

行政院原子能委員會輻射偵測中心

109 年度委託研究計畫期末報告

計畫名稱：國民醫療輻射劑量調查研究計畫

計畫編號：1080106

計畫期程：多年期計畫，共_3_年，本年度為第_2_年

計畫執行期間：108 年 1 月 1 日至 110 年 12 月 31 日

計畫執行單位：財團法人中華民國輻射防護協會

計畫主持人：蔡惠予

共同主持人：張似璫、陳拓榮、吳威德

中 華 民 國 109 年 11 月 20 日

本研究報告僅供參考，不代表本會意見

目錄

摘要.....	3
壹、前言.....	4
一、背景介紹.....	4
二、研究目的.....	5
三、本計畫之重要性以及國內外有關本計畫之執行情況.....	6
貳、執行現況與結果.....	7
一、執行目標.....	7
二、階段性研究成果.....	9
參、尚待克服之困難與尋求協助之議題.....	18
一、已解決的困難.....	18
二、尚待克服的困難.....	18
肆、未來研究方向.....	19
伍、結語.....	19
致謝.....	19
陸、參考文獻.....	20
柒、附件表列.....	21

摘要

自 87 年原子能委員會公佈台灣初估各種輻射源所造成的集體有效劑量，後續有學者針對部分醫療輻射類別進行集體有效劑量的研究，但受限於醫療院所難以進行全面調查的特殊限制，以致目前缺少整體醫療輻射類別的劑量調查結果，因此需要更新台灣現階段隨著新進醫療設施和技術所帶來的醫療輻射曝露趨勢。

本研究計畫透過下列程序來完成國民醫療輻射劑量調查研究：使用全民健康保險研究資料庫來調查台灣的醫療曝露人口；記錄抽樣醫院的檢查項目輻射參數與測量輻射輸出；針對 8 種醫療輻射類別(電腦斷層、核子醫學、心臟類介入性透視攝影、非心臟類介入透視攝影、傳統透視攝影、一般傳統 X 光、乳房攝影和牙科攝影)及其相應的 51 個檢查項目，依各檢查項目的醫療曝露模式分別開發劑量評估模型；評估每個檢查項目的有效劑量，並配合調查醫療曝露人口資訊，以得到集體有效劑量；最後搭配台灣總人口數，推算 8 種醫療輻射類別的平均國民醫療輻射劑量。

依據整體規劃，去年(108 年)已深入了解健保資料庫與健保代碼，可以取得全台灣的健保醫療人數，並完成 16 個類次的醫院檢查序列調查之取樣，再根據取樣資料與所蒐集到的臨床資訊，4 種類別下完成 25 個檢查項目合計 68 個劑量評估模型，包含心臟類介入性透視攝影 6 個檢查項目合計 7 個劑量評估模型、非心臟類介入性透視攝影 6 個檢查項目合計 13 個劑量評估模型、傳統透視攝影 7 個檢查項目合計 21 個劑量評估模型、牙科攝影 6 個檢查項目合計 27 個劑量評估模型。

今年(109 年)已執行完成的工作項目：(1)健保資料庫的人數趨勢評估：8 種類別的平均年增率皆為正成長，其成長範圍為 0.01%~8.2%，以非心臟類介入性透視攝影成長 8.2%最為明顯；(2)針對 48 個類次分別進行醫院檢查序列調查之取樣：自 108 年開始至 109 年取樣所累計的病例數已達 64,444 筆臨床資料；(3)4 種類別下完成 26 個檢查項目合計 72 個劑量評估模型，包含電腦斷層完成 11 個檢查項目合計 17 個劑量評估模型、核子醫學完成 6 個檢查項目合計 12 個劑量評估模型、一般傳統 X 光完成 7 個檢查項目合計 35 個劑量評估模型、乳房攝影完成 2 個檢查項目合計 8 個劑量評估模型；(4)推算集體有效劑量：電腦斷層台灣國民平均年劑量估算約為每人每年 0.76 mSv，乳房攝影台灣國民平均年劑量估算約為每人每年 0.0041 mSv；(5)台灣醫療輻射類別劑量網站已完成構想設計。

明年(110 年)預計完成：(1)精進健保資料庫的人數趨勢評估，(2)32 類次醫院檢查序列調查之取樣，(3)精進與微調 8 種類別 51 個檢查項目合計 140 個劑量評估模型，(4)推算 8 種醫療輻射類別之集體有效劑量，(5)彙整國民醫療輻射劑量資料，(6)建立台灣醫療輻射類別劑量網站。

關鍵詞：醫療輻射類別、集體有效劑量、國民醫療輻射劑量(國民平均年劑量)、電腦斷層、核子醫學、心臟類介入性透視攝影、非心臟類介入透視攝影、傳統透視攝影、一般傳統 X 光、乳房攝影、牙科攝影。

壹、前言

一、背景介紹

國民劑量的輻射曝露來源有二：天然背景輻射與人造輻射，而人造游離輻射劑量中，對民眾貢獻來源最大的是來自醫療曝露(NCRP, 2009)。自一世紀前發現放射核種和 X 光，游離輻射很快地被用於醫學上，現在已被確立為醫學診斷和治療的必要工具。過去幾十年間，因醫療影像設備與成像技術快速發展，使得醫用 X 光成像和核子醫學成像的使用率顯著增長，無論在歐洲，美國還是台灣都有類似的增長趨勢，今年透過分析健保資料庫的醫療輻射檢查的案件數，發現台灣的平均成長率最高到達 8.2%。

醫療輻射類別的統計數據是衡量國家放射學與醫療水準的全球指標，因為其反應出醫療體系、放射學設備和人力配置的差異，而開發程度不同的國家，其各自醫療曝露劑量差異也很大。在一份研究統計報告比較全球醫療水準較高和較低的國家，其醫療曝露的國民平均年劑量分別為每人每年 1.1 和 0.05 mSv (HPS, 2009)。由於不同國家的醫療曝露劑量差異很大，歐盟資助的計畫(Dose DataMed)確定了這些差異的存在原因，不單是民眾醫療輻射檢查次數的差異，也來自於相同的檢查操作條件設定也不盡相同(Bly, 2011)。

台灣僅有在 87 年公佈集體有效劑量(行政院原子能委員會, 1998)，後續也有學者進行部分醫療輻射集體有效劑量的研究，先前對台灣國民醫療曝露劑量的評估統計很少(Chen, 2011)，大多只針對特定檢查項目進行評估(Tsai, 2007；Yeh, 2016)。推估是因為要得到全國每個醫療輻射檢查項目的數量和平均有效劑量的數據有相當的困難度，加上近十年來放射醫學技術進步，檢查項目也十分繁多，更增加評估統計的難度。台灣一直以來都缺少整體而全面的調查，隨著台灣現階段逐年引進新進醫療設施和技術，有需要更新及進一步了解所帶來的醫療輻射曝露趨勢。

去年(108 年)已執行完成的工作項目：(1)健保資料庫的人數趨勢評估：健保資料庫的資料分析：為對應本計畫的 8 種醫療輻射類別，已完成健保資料庫代碼之整理，其中包含兩階段的申請過程：第一階段為申請人體試驗委員會核可同意，第二階段為申請健保資料庫使用同意；(2)針對 32 個類次分別進行醫院檢查序列調查之取樣：去年取樣所累計的病例數已達 7,729 筆臨床資料；(3)4 種類別下完成 25 個檢查項目合計 68 個劑量評估模型，包含心臟類介入性透視攝影 6 個檢查項目合計 7 個劑量評估模型、非心臟類介入性透視攝影 6 個檢查項目合計 13 個劑量評估模型、傳統透視攝影 7 個檢查項目合計 21 個劑量評估模型、牙科攝影 6 個檢查項目合計 27 個劑量評估模型。

二、研究目的

本計畫的目的是執行醫療輻射造成台灣整體國民輻射劑量評估研究，透過全民健康保險研究資料庫取得醫療作業項目頻次，若有檢查項目未涵蓋於全民健康保險研究資料庫的部分則需配合其他相關資料庫以補足。另需透過實地調查醫療作業中的醫療輻射作業檢查項目、技術條件設定、臨床實際掃描方法等資訊，計算彙整出不同類別醫療輻射的檢查項目輻射劑量，再以實地量測方式：包括射質評估、劑量輸出測量以確定劑量評估的準確性，藉由此次調查研究，了解醫療輻射造成台灣整體國民輻射劑量之情形，建立完整的國民醫療輻射劑量資料，未來亦可利用此資料評估國民醫療輻射運用的變化趨勢。

執行國民醫療輻射劑量評估調查，經過醫療院所與健保資料庫取樣後滾動修正為至少完成下列 8 種醫療輻射類別，共 51 個檢查項目劑量評估，包含檢查項目如下：

1. 電腦斷層：包含頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管，共 11 項。
2. 核子醫學：包含全身骨骼掃描、壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描、正子造影-全身、心室搏出分率及心室壁活動測定、全身炎症掃描及其他項等 6 項。
3. 心臟類介入性透視攝影：包含一、二側心導管與冠狀動脈攝影、冠狀動脈擴張術(含血管內/心臟內異物移除術)、心室、主動脈造影、不整脈經導管燒灼術、主動脈氣球裝置術及其他項等 6 項。
4. 非心臟類介入性透視攝影：包含血管整形術、血管阻塞術、經皮穿肝膽管引流術(含修正術)、皮下穿刺腎造瘻術、逆行性膽道及胰管造影及其他項等 6 項。
5. 傳統透視攝影：包含靜脈注射泌尿系統造影術、下消化道攝影、上消化道攝影、食道攝影、小腸系統、子宮輸卵管造影及其他項等 7 項。
6. 一般傳統 X 光：包含頭頸部、胸肩部、腹部(含骨盆腔)、腎臟-輸尿管-膀胱、脊椎、四肢及其他項等 7 項。
7. 乳房攝影：一般乳房攝影、穿刺前攝影，共 2 項。
8. 牙科攝影：根尖周、咬翼式、咬合片、齒顎全景、測顱、顱顎關節(單側)，共 6 項。

三、本計畫之重要性以及國內外有關本計畫之執行情況

國民輻射劑量係指民眾生活在國內的環境之中，隨個人的生活及職業等型態不同，個人所接受到的輻射劑量，由政府部門經過實測、統計及分析後，計算出每人每年平均所接受的輻射劑量。國民輻射劑量之評估為輻射偵測中心重要職掌，輻射劑量來源主要可分為兩大類：天然背景輻射與人造游離輻射，根據 98 年美國國家輻射防護與測量委員會(NCRP, 2009)第 160 號報告顯示，人造游離輻射劑量對民眾的最大貢獻來源是來自醫療輻射。而根據 108 年美國國家輻射防護與測量委員會(NCRP, 2019)第 184 號報告，可以得知美國人民各醫療輻射類別劑量的數值，表一列出其兩份報告醫療輻射分類與國民平均年劑量與其占比。

台灣國內過去與整體醫療曝露劑量相關的研究並不多，大部分只針對特定檢查項目進行評估，而近 20 年來醫療科技日新月異，影像醫學對於醫學檢查、診斷及治療有相當程度的輔助，已成為臨床醫療行為的主要參考依據，隨之放射醫學的應用逐年增加，民眾接受放射醫學檢查的機會也逐年增加，因此本計畫規劃進行國民醫療輻射劑量調查研究，研究成果將提供「國民輻射劑量評估研究」計畫使用，與後續施政及制訂法規參考。

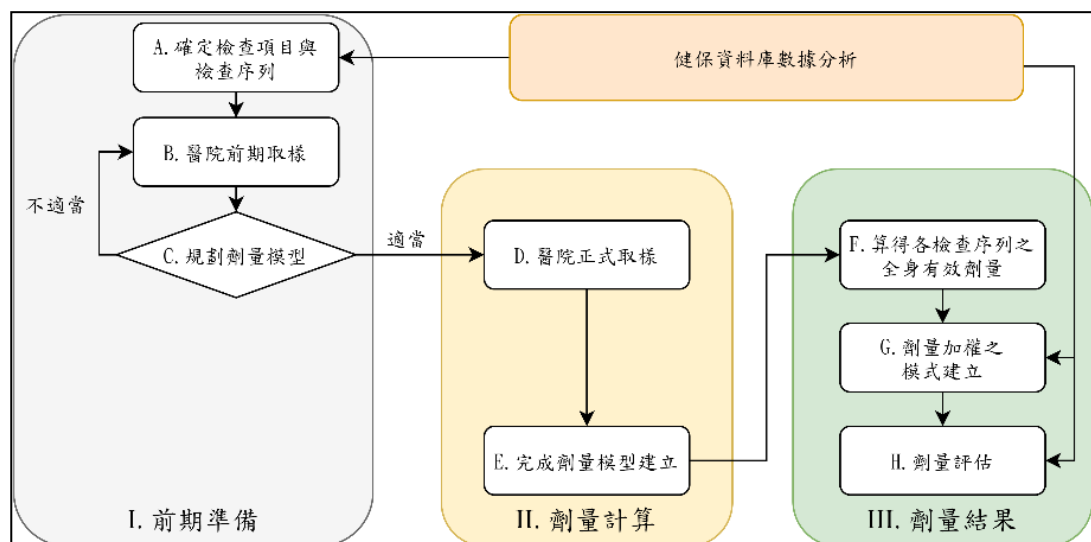
表一、美國國家輻射防護與測量委員會(NCRP, 2009)第 160 號報告與(NCRP, 2019)第 184 號報告其醫療輻射分類、國民平均年劑量、所占百分比

醫療輻射分類	NCRP 第 160 號報告		NCRP 第 184 號報告	
	2006 年美國國民 平均年劑量 (mSv)	各類所占 平均年劑量 總合百分比	2016 年美國國民 平均年劑量 (mSv)	各類所占 平均年劑量 總合百分比
非心臟類介入性 透視攝影	0.20	6.8%	0.13	6.0%
心臟類介入性 透視攝影	0.23	7.9%	0.12	5.6%
一般傳統 X 光與 傳統透視攝影	0.30	10.3%	0.22	10.2%
核子醫學	0.73	25.0%	0.32	14.8%
電腦斷層	1.46	50.0%	1.37	63.4%
總計	2.92	100%	2.16	100%

貳、執行現況與結果

一、執行目標

本計畫的執行目標工作流程如圖一所示，包括(A)~(H)的國民醫療輻射劑量評估工作流程，步驟為：(A)將健保資料庫之 8 種醫療輻射類別 106 年的年頻次乘上各項檢查項目於 NCRP184 號報告上之全身有效劑量數值以初步估算各項檢查項目的集體有效劑量，並最終確定所需計算的檢查項目為佔總集體有效劑量 90%以上的檢查序列；(B)於 1 家醫院執行前期取樣，確保所抄錄之輻射參數能充分用以規劃劑量評估模型；(C)依據所抄錄之臨床輻射參數使用劑量模擬軟體進行有效劑量的試算；(D)待完成項目 B 與項目 C 後，於各家醫院執行正式取樣；(E)依據項目 D 所抄錄之臨床輻射參數建立各檢查序列的劑量評估模型；(F)使用劑量模擬軟體進行同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列有效劑量的計算，並獲得基於不同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列之病患全身有效劑量數值，最後得到其有效劑量數值範圍；(G)依據同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列的作業頻次與作業機器比例加權項目 F 之同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列有效劑量中位數並加總後，得到基於同醫院同類別同檢查項目的有效劑量，再依據不同醫院執行同類別同檢查項目的頻次比例加權，最終得到基於不同醫院的 1 個同類別同檢查項目有效劑量數值；(H) 將項目 G 之不同醫院的 1 個同類別同檢查項目有效劑量數值乘上 106 年健保資料庫之同類別同檢查項目年頻次，以獲得不同醫院的 1 個同類別同檢查項目之集體有效劑量，再將不同醫院同類別不同檢查項目的集體有效劑量進行加總，以獲得不同醫院同類別之集體有效劑量，因項目 A 之檢查項目為佔總集體有效劑量 N%以上檢查序列，因此集體有效劑量需除以 N%以修正之，最後再除以 106 年台灣總人口數，以獲得不同醫院同類別之台灣國平均年劑量估算值。其中表二為執行計畫後滾動修正的全程計畫分年工作表。



圖一、國民醫療輻射劑量評估工作流程

表二、全程計畫分年工作表

項次	項目	108 年	109 年	110 年
I	健保資料庫資料分析：1.了解健保資料庫的代碼及取得與 8 種類別對應的人數，2.健保資料庫的人數趨勢評估，3.精進健保資料庫的人數評估。	I.1	I.2	I.3
II	取樣醫院檢查序列調查：12 家醫院、96 個類次，包含：1.電腦斷層，2.核子醫學，3.心臟類介入性透視攝影，4.非心臟類介入性透視攝影，5.傳統透視攝影，6.一般傳統 X 光，7.乳房攝影，8.牙科攝影。	2 家醫院、16 個類次（II.1~II.8）	6 家醫院、48 個類次（II.1~II.8）	4 家醫院、32 個類次（II.1~II.8）
III	建構劑量評估模型，包含：1.電腦斷層，2.核子醫學，3.心臟類介入性透視攝影，4.非心臟類介入性透視攝影，5.傳統透視攝影，6.一般傳統 X 光，7.乳房攝影，8.牙科攝影。	III.3~III.5，III.8	III.1~III.2，III.6~III.7	精進與微調
IV	推算集體有效劑量，包含：1.電腦斷層，2.核子醫學，3.心臟類介入性透視攝影，4.非心臟類介入性透視攝影，5.傳統透視攝影，6.一般傳統 X 光，7.乳房攝影，8.牙科攝影。	-	IV.1，IV.7	IV.2~IV.6，IV.8
V	彙整劑量資料：1.國民醫療輻射劑量總彙整，2.建立台灣醫療輻射檢查項目劑量資料庫。	-	-	V.1，V.2
VI	建置醫療劑量網站：1.設計構想台灣醫療輻射類別劑量網站，2.建立台灣醫療輻射類別劑量網站。	-	VI.1	VI.2

今年度完成之 5 個工作項目如下：

- 1.健保資料庫資料分析：健保資料庫的人數趨勢評估（工作項目 I.2.）。
- 2.取樣醫院檢查序列調查：48 個類次（工作項目 II.1.~II.8.）。
- 3.建構劑量評估模型：電腦斷層、核子醫學、一般傳統 X 光、乳房攝影（工作項目 III.1~III.2，III.6~III.7）。
- 4.推算集體有效劑量：電腦斷層、乳房攝影（工作項目 IV.1.，IV.7.）。
- 5.建置醫療劑量網站：設計構想台灣醫療輻射類別劑量網站（工作項目 VI.1.）。

二、階段性研究成果

以下為五個工作項目(1.健保資料庫資料分析：健保資料庫的人數趨勢評估，2.取樣醫院檢查序列調查：48 個類次，3.建構劑量評估模型：電腦斷層、核子醫學、一般傳統 X 光、乳房攝影，4.推算集體有效劑量：電腦斷層、乳房攝影，5.建置醫療劑量網站：設計構想台灣醫療輻射類別劑量網站)，以及一個年度成果(6.計畫執行年度成果)，進行現階段執行狀況之說明：

1.健保資料庫資料分析：健保資料庫的人數趨勢評估

為了解各年度與醫療輻射相關的檢查類別頻次增長的情況，本報告統計自 89 年至 106 年，共 18 年的年度趨勢分析。但 8 種類別因健保資料庫起迄年份而有所差異，其中表三為 8 種類別平均年增率發現皆為正成長，成長年增率範圍從 0.01%~8.2%，以非心臟類介入性透視攝影成長 8.2%最為明顯。另外 8 種類別當中，電腦斷層在健保資料庫內還有診療部位對應之頻次分類，如圖二所示，其餘 7 類健保資料庫並無其他分類。

截至目前為止，由於健保資料庫所能提供最新的完整資料僅到 106 年，因此與計畫委託單位討論決議本計畫採用 106 年的醫療輻射曝露之人次資料以進行醫療輻射曝露的集體有效劑量評估。

本報告參考衛福部統計處公佈的電腦斷層歷年使用人次之統計資料，其中圖三為健保資料庫與衛福部電腦斷層頻次與各年度轉換因子，106 年轉換因子為 1.13。

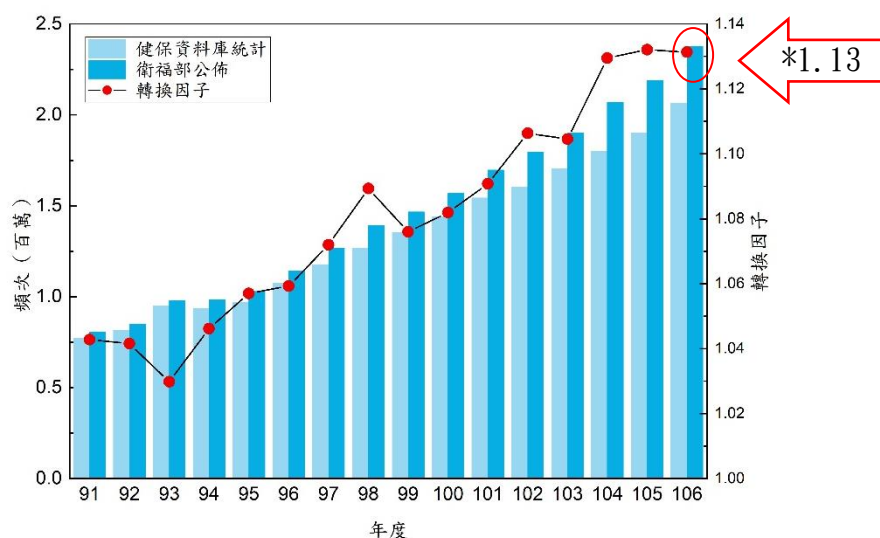
本報告也參考陳拓榮教授在 100 年發表文獻中的數據進行驗證與比較。最後說明本研究參考健保資料庫的檢查項目年頻次作為台灣接受醫療輻射檢查項目年頻次，以評估國民醫療輻射劑量。其中表四為 106 年健保資料庫檢查項目年頻次對應到醫療輻射檢查項目年頻次，詳細其他說明請參照附件一健保資料庫資料分析。

表三、8 種類別平均年增率

類別	健保資料庫 起迄年份	平均年增率 (%)
1.電腦斷層	89 年~106 年	6.9
2.核子醫學	93 年~106 年	7.9
3.心臟類介入性透視攝影	93 年~106 年	3.8
4.非心臟類介入性透視攝影	89 年~106 年	8.2
5.傳統透視攝影	89 年~106 年	0.01
6.一般傳統 X 光	89 年~106 年	4.2
7.乳房攝影	89 年~106 年	3.4
8.牙科攝影	89 年~106 年	3.3

診療部位代碼
H：頭部， A：頸部， F：頭頸部， U：胸部， N：頸椎， J：胸椎， K：腰椎， G：胸部及上腹部， C：上腹部， I：腹部(含骨盆腔)(99.3 修訂)， P：骨盆腔， E：肢部， Q：臂神經血管叢， M：骨骼肌肉系統， V：心血管系統， S：MRS(磁振頻譜)， T：MRA(磁振血管攝影)，O：其他 依實施部位填寫左靠，不足補空白，例如頸椎 及胸椎則填 NJ，最多申報六個部位。

圖二、電腦斷層健保資料庫使用手冊提供的診療部位代碼與相對應的部位



圖三、健保資料庫取得之各年度電腦斷層頻次與衛福部公佈頻次的比較，以及各年度轉換因子（右縱軸）。

表四、106 年健保資料庫檢查項目年頻次與 106 年醫療輻射檢查項目年頻次

類別	106 年健保資料庫 檢查項目年頻次	106 年醫療輻射 檢查項目年頻次
1.電腦斷層	2,064,598	*1.13 2,376,604
2.核子醫學	615,285	615,285
3.心臟類介入性透視攝影	233,143	233,143
4.非心臟類介入性透視攝影	237,972	237,972
5.傳統透視攝影	368,480	368,480
6.一般傳統 X 光	27,482,404	27,482,404
7.乳房攝影	239,099	239,099
8.牙科攝影	11,911,791	11,911,791

2.取樣醫院檢查序列調查：48 個類次

本計畫目標為 3 年內完成 12 家醫院，共計 96 個類次(8 種類別*12 家醫院)的取樣醫院檢查序列調查，今年度已完成 48 個類次(8 種類別*6 家醫院)的調查結果。表五列出其分布狀況與取樣累計病例數。此外，今年度嘗試聯繫多於規劃家數 6 家醫療院所，原因是有些醫療院所並非 8 種類別皆具備，且有些科別不願意接受我們的調查，因此與計畫委託單位討論並達成共識，改以完成 48 個類次作為目標，目前已完成 18 家醫療院所的聯繫，包含有 9 家醫院完成取樣，2 家醫院可配合取樣，4 家醫院正在進行院內行政取樣程序，3 家正在聯繫拜訪，將持續徵詢其他醫療院所加入取樣合作醫院之意願。詳細其他說明參照附件二取樣醫院檢查序列調查。

表五、今年度完成 8 種類別 48 個類次的分布狀況與取樣累積病例數

類別	108 年 醫院家數	109 年 醫院家數	取樣一個月 累計病例數
1.電腦斷層	2	8	10,732
2.核子醫學*	2	4	6,351
3.心臟類介入性透視攝影	2	3	219
4.非心臟類介入性透視攝影	2	6	823
5.傳統透視攝影	2	6	802
6.一般傳統 X 光	2	6	9,744
7.乳房攝影	2	7	1,962
8.牙科攝影	2	8	33,811
小計	16	48	64,444

*核子醫學：取樣為三個月的累計病例數

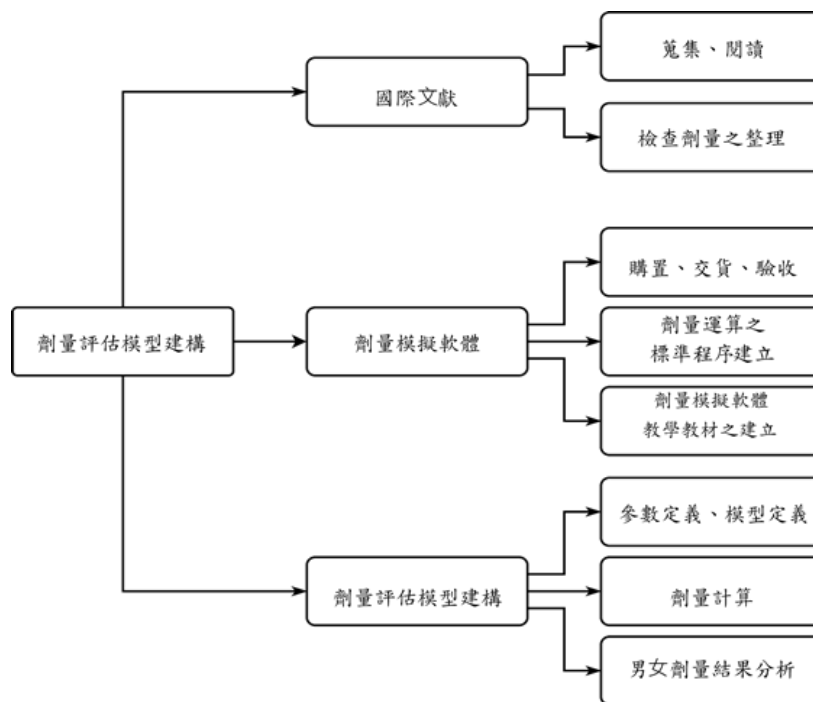
3.建構劑量評估模型：電腦斷層、核子醫學、一般傳統 X 光、乳房攝影

今年度已完成電腦斷層、核子醫學、一般傳統 X 光、乳房攝影 4 種類別劑量評估模型之建置。劑量評估模型建構流程(如圖四)，前置流程包含：蒐集、閱讀、整理國際相關文獻資料，上述 4 種類別本研究使用劑量模擬軟體包含 PCXMC(如圖五)、CT-expo(如圖六)，依據檢查項目，細分出各檢查序列，建立對應的劑量評估模型，再計算各檢查序列的有效劑量。其中臨床受檢者於相同檢查下，器官所接受的劑量可能因受檢者的性別與體重而有所不同，為能模擬出與臨床受檢者相近的情況，故將性別與體重列為重要參數之一，機器設定參數亦參考與臨床情況相近的條件，使劑量模擬得到的數據與臨床相近，才具參考價值。其中表六為 4 種類別劑量評估模型總表，詳細其他說明請參照附件三建構劑量評估模型。

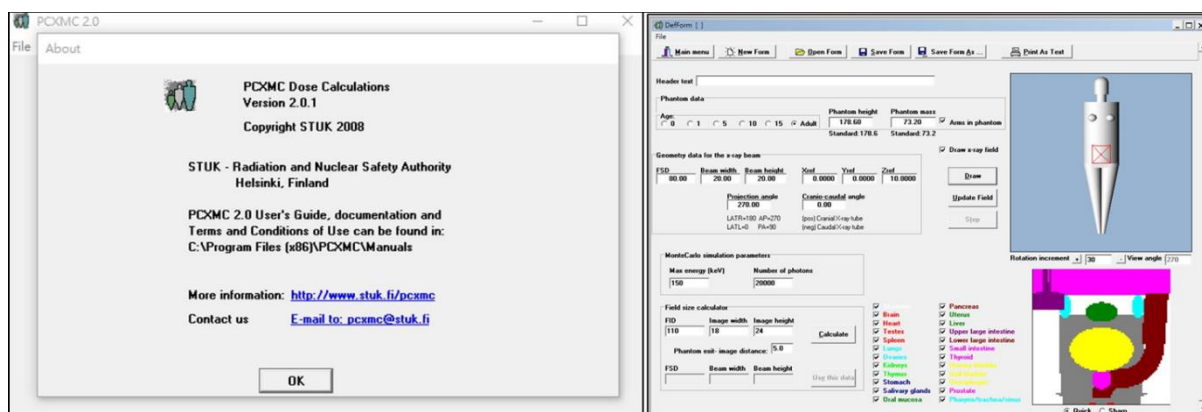
- (1)電腦斷層：依據這 11 個檢查項目：頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管，細分出 17 個檢查序列，建立對應 17 個劑量評估模型，再利用 CT-expo 劑量模擬軟體，以計算 17 個檢查序列的有效劑量。
- (2)核子醫學：依據這 6 個檢查項目：全身骨骼掃描、壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描、正子造影-全身、心室搏出分率及心室壁活動測定、全身炎症掃描及其他項等，細分出 12 個檢查序列，建立對應 12 個劑量評估模型，再利用 CT-expo 劑量模擬軟體與 ICRP103 號報告的劑量轉換因子，以計算 12 個檢查序列的有效劑量。
- (3)一般傳統 X 光：依據這 7 個檢查項目：頭頸部、胸肩部、腹部(含骨盆腔)、腎臟-輸尿管-膀胱、脊椎、四肢及其他項等，細分出 35 個檢查序列，建立對應 35 個劑量評估模型，再利用 PCXMC 劑量模擬軟體，以計算 35 個檢查序列的有效劑量。
- (4)乳房攝影：依據這 2 個檢查項目：一般乳房攝影、穿刺前攝影，細分出 8 個檢查序列，建立對應 8 個劑量評估模型，再利用 ICRP60 號報告與 ICRP103 號報告的器官組織加權因子，以計算 8 個檢查序列的有效劑量。

表六、4 種類別、檢查項目、檢查序列、劑量評估模型

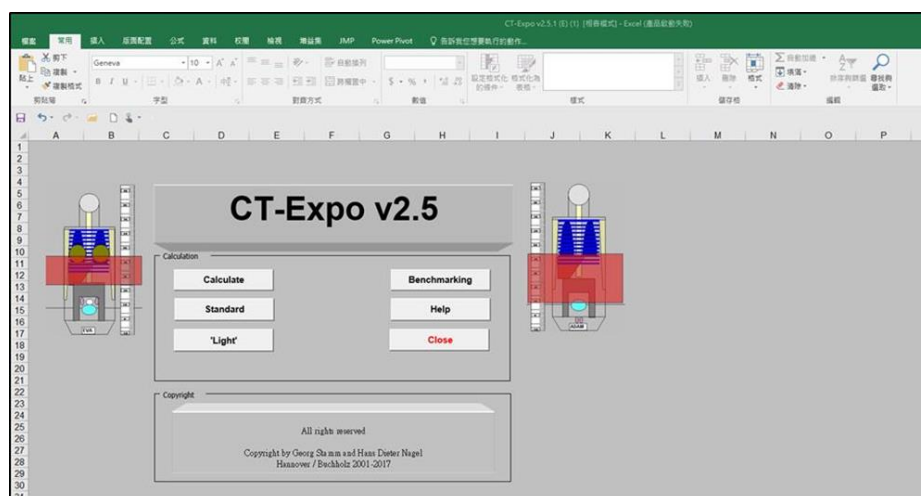
類別	檢查項目	檢查項目	檢查序列	劑量評估模型
(1)電腦斷層	頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管	11	17	17
(2)核子醫學	全身骨骼掃描、壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描、正子造影-全身、心室搏出分率及心室壁活動測定、全身炎症掃描及其他項等	6	12	12
(3)一般傳統 X 光	頭頸部、胸肩部、腹部(含骨盆腔)、腎臟-輸尿管-膀胱、脊椎、四肢及其他項等	7	35	35
(4)乳房攝影	一般乳房攝影、穿刺前攝影	2	8	8
小計		26	72	72



圖四、劑量評估模型建構流程



圖五、劑量評估軟體-PCXMC 軟體版本及操作介面



圖六、劑量評估軟體-CT-expo 軟體版本及操作介面

4.推算集體有效劑量：電腦斷層、乳房攝影

集體有效劑量的計算包含：依據同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列分別計算之並得到其有效劑量的分佈，因劑量分佈並非呈現常態分佈，故將選用各檢查序列之有效劑量中位數（ d_{jk} ）以執行後續數據加權和集體有效劑量計算，步驟說明如下，步驟摘要如表七所示，詳細其他說明請參照附件四推算集體有效劑量。

依據同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列的作業頻次（ f_{ijk} ）以加權各序列之有效劑量中位數，並加總後得到對應之同醫院同類別同檢查項目的有效劑量值（ d_{ij} ），則：-----
$$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (1)$$

再依據取樣不同醫院同類別同檢查項目的頻次比例，以加權得到不同醫院同類別同檢查項目的有效劑量（ D_j ），則：-----
$$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (2)$$

將不同醫院同類別同檢查項目的有效劑量分別乘上 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次（ F_j ），以獲得不同醫院同類別同檢查項目的集體有效劑量（ S_j ），則：-----
$$S_j = F_j D_j \quad (3)$$

再將不同醫院同類別不同檢查項目的集體有效劑量進行加總，以獲得不同醫院同類別之集體有效劑量，因各類別檢查項目的有效劑量的計算為基於 NCRP184 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年總集體有效劑量 N% 的 n 筆檢查序列，因此集體有效劑量需除以 N% 以修正之，最後再除以 106 年之台灣總人口數（ P ）以得之國民平均年劑量（ $\bar{D}$ ），則：-----
$$\bar{D} = \frac{\sum_j S_j}{\frac{N\%}{P}} \quad (4)$$

表七、劑量計算步驟摘要

公式		(1)	(2)	(3)	(4)	
符號	d_{jk}	f_{ijk}	$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}}$	$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}}$	$S_j = F_j D_j$	$\bar{D} = \frac{\frac{\sum_j S_j}{N\%}}{P}$
說明	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 由劑量評估 模型算出後的 有效劑量(選 中位數代表)	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 的作業頻次	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 的有效劑量 進行作業頻次 加權得到的 有效劑量	不同醫院同類別 同檢查項目 進行不同醫院 同檢查項目 頻次與有效劑量 加權後 的有效劑量	不同醫院同類別 同檢查項目 的有效劑量 與健保資料庫 頻次相乘後 的集體有效劑量	不同醫院同類別 不同檢查項目 的集體有效劑量 總和與 總集體有效劑量 占比%修正 再除以總人口數 得到平均年劑量
備註	變數 <i>k</i> ：檢查序列 變數 <i>j</i> ：檢查項目 變數 <i>i</i> ：取樣醫院	參數 <i>D</i> ：檢查項目有效劑量 參數 <i>F</i> ：健保資料庫頻次 參數 <i>S</i> ：集體有效劑量		$f_{ij} = \sum_k f_{ijk}$ 醫院 不同檢查序列 頻次總和	$F_j = \sum_k F_{jk}$ 健保資料庫 不同檢查序列 頻次總和	
	參數 <i>d</i> ：有效劑量 參數 <i>f</i> ：醫院頻次	參數 <i>N</i> ：總集體有效劑占比% 參數 <i>P</i> ：台灣總人口數 參數 $\bar{D}$ ：國民平均年劑量				

(6)電腦斷層：台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)估算約為每人每年 0.76 mSv。(表八)

表八、電腦斷層檢查項目(j)、序列之劑量評估模型(k)、檢查項目有效劑量(D_j)、健保資料庫檢查項目年頻次(F_j')、醫療輻射檢查項目年頻次(F_j)、檢查項目集體有效劑量(S_j)、集體有效劑量總和($\Sigma_j S_j$)、電腦斷層集體有效劑量總和修正(N=97.3%)、

項次	檢查項目 (j)	檢查序列之 劑量評估模型 (k)	檢查項目 有效劑量 (mSv) (D_j)	健保資料庫 檢查項目年頻次 (人) (F_j')	醫療輻射 檢查項目年頻次 ^{*(1)} (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	頭部	Brain、Sinus、 Facial Bones、 Temporal Bones	1.4	708,885	801,040	1,121,456
2	頸部	Neck	2.6	121,198	136,954	356,080
3	胸部	Chest (C)、 Lung	6.2	308,296	348,374	2,159,922
4	上腹部	ABD (A)	9.5	202,036	228,301	2,168,856
5	腹部(含骨 盆腔)	ABD(A)+Pelvis (AP)	17.3	428,730	484,465	8,381,243
6	胸部與上 腹部	Chest+Abdome n (CA)	12.8	108,983	123,151	1,576,330
7	胸部與腹 部(含骨盆 腔)	Chest+Abdome n+Pelvis (CAP)	22.1	19,303	21,812	482,054
8	骨盆	Pelvis(P)	7.5	26,922	30,422	228,164
9	下肢	下肢	6.0	31,310	35,380	212,282
10	脊椎	C-spine、T- spine、L-spine	2.3	40,909	46,227	106,322
11	心血管	心血管	20.1	23,032	26,026	523,126
電腦斷層台灣國民平均年劑量($\overline{D}$) 估算約為每人每年 0.76 mSv			集體有效劑量總和(人·mSv)($\Sigma_j S_j$)			17,315,835
			電腦斷層集體有效劑量總和修正 ^{*(2)} (人·mSv)(N=97.3%)			17,796,336
			106 年台灣總人口數(人)(P)			23,571,227
			台灣國民平均年劑量(mSv)($\overline{D}$)			0.76

台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)

* (1) 本欄的人次(F_j) = 健保資料庫檢查項目年頻次(F_j') * 轉換因子(1.13)，是依據衛福部電腦斷層年頻次與健保資料庫年頻次之倍率進行轉換推估。

* (2) 表列中的 11 個項目為電腦斷層檢查基於 NCRP184 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年總集體有效劑量 97.3% 的檢查序列，因此 N% 為 97.3% 以修正之

(7)乳房攝影：台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)估算約為每人每年 0.0041 mSv。(表九)

表九、乳房攝影檢查項目(j)、序列之劑量評估模型(k)、檢查項目有效劑量(D_j)、健保資料庫檢查項目年頻次(F_j')、醫療輻射檢查項目年頻次(F_j)、檢查項目集體有效劑量(S_j)、集體有效劑量總和($\Sigma_j S_j$)、台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)

項次	檢查項目 (j)	檢查序列之 劑量評估模型 (k)	檢查項目 有效劑量 (mSv) (D_j)	醫療輻射 檢查項目年頻次 (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	一般乳房攝影	一般模式 (RCC、LCC、 RMLO、LMLO)	0.40	232,602	91,878
2	穿刺前攝影	放大模式 (RMCC、LMCC、 RMMLO、LMMLO)	0.63	6,497	4,061
乳房攝影台灣國民平均年劑量($\overline{D}$) 估算約為每人每年 0.0041 mSv			集體有效劑量總和(人·mSv)($\Sigma_j S_j$)		95,938
			106 年台灣總人口數(人)(P)		23,571,227
			台灣國民平均年劑量(mSv)($\overline{D}$)		0.0041

5.建置醫療劑量網站：設計構想台灣醫療輻射類別劑量網站

網站架構以醫療輻射類別、資料說明、有效劑量計算結果三個部分呈現，圖七為以核子醫學檢查舉例說明台灣醫療輻射類別劑量網站設計概念圖，詳細其他說明請參照附件五建置醫療劑量網站。

(1)醫療輻射類別：

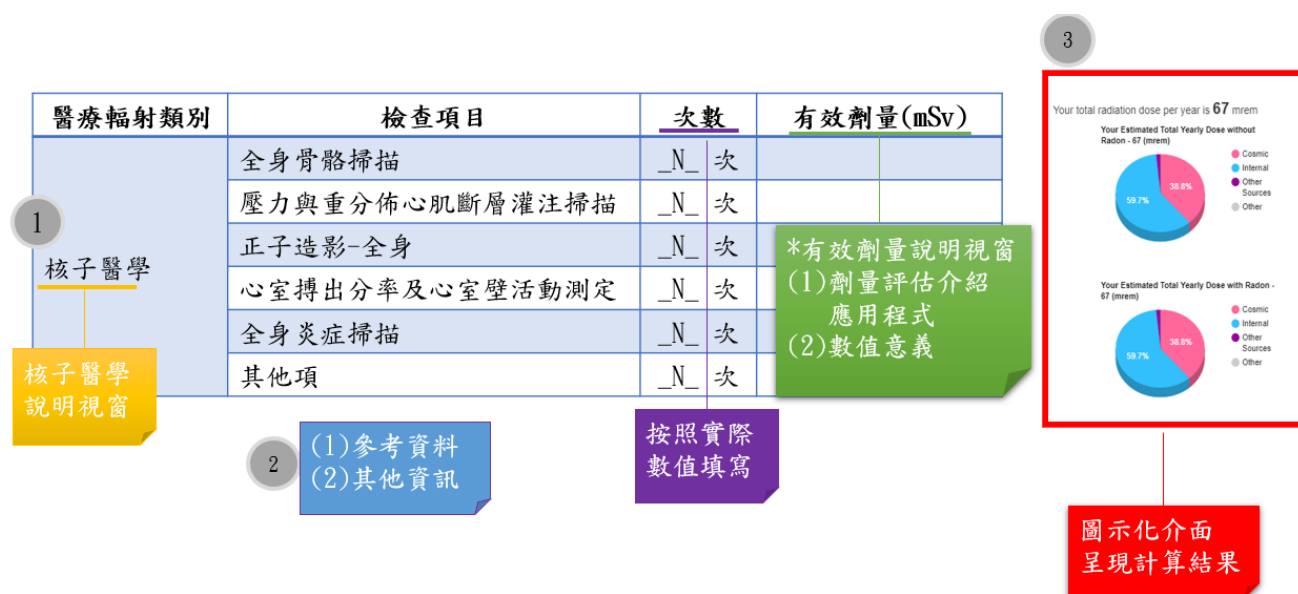
將分別列出 8 種醫療輻射類別對應的檢查項目，讓使用者自行輸入該年自身接受的檢查項目次數。同一區塊亦將顯示根據此計畫計算的平均有效劑量調查研究結果。而在後台的數據資料庫預計也列入 106 年健保資料庫檢查項目年頻次調查統計結果，但不呈現在頁面上。

(2)資料說明：

此部分規劃提供使用者與醫療輻射類別、劑量評估相關等資訊，可以採用文字說明搭配相關網頁、文件資訊連結之方式。

(3)有效劑量計算結果：

從使用者自行輸入該年自身接受的檢查項目次數，計算出當年接受的有效劑量，並將各醫療輻射類別檢查項目有效劑量計算結果，使用圖示化界面呈現。



圖七、台灣醫療輻射類別劑量網站設計概念圖

6.計畫執行年度成果

按計畫性質在執行成果方面，對於學術理論、經濟建設及其他應用方面的貢獻：完成論文投稿 1 篇(見附件六)；養成 1 個合作團隊；培育及延攬人才 6 名(練蒙恩、何佩珊、林雍傑、何俊逸、王光予、陳威全)；技術報告 1 篇(見附件七)。

參、尚待克服之困難與尋求協助之議題

一、已解決的困難

1.防護用具準備：

今年因應新型冠狀病毒肺炎疫情關係之故，防護相關物品(如：醫療口罩、消毒酒精)取得並不容易，為了計畫人員的安全維護，要求需配戴防疫相關防護用品才能到院取樣，以保障計畫人員的安全維護。現在防護相關物品已從前半年取得非常困難，到後半年取得變簡單許多。

二、尚待克服的困難

1.無法在同一家醫院完成取樣 8 類別：

本計畫目標為 3 年內完成 12 家醫院，共計 96 個類次(8 種類別*12 家醫院)的檢查序列調查，計畫執行至今，我們發現 8 種類別分布在醫院四大不同部門。(一)診斷科部門為：電腦斷層檢查、非心臟類介入性透視攝影檢查、傳統透視攝影檢查、一般傳統 X 光檢查、乳房攝影檢查。(二)核子醫學科部門為：核子醫學檢查。(三)心臟科部門為：心臟類介入性透視攝影檢查。(四)口腔牙科部門為：牙科攝影檢查。

聯絡拜訪每家醫院的四大部門後發現，醫院將醫學診斷與治療為第一優先順位，參與取樣計畫未必是醫院的主要考慮，因此同一家醫院四大部門的 8 種類別，都需要個別聯繫探詢合作意願，有些部門會因臨床檢查忙碌的原因拒絕參與，導致在同一醫院裡，未必都能取樣到完整的 8 種類別的資料，其中又以取得心臟科部門的心臟類介入性透視攝影檢查之同意最為困難。此外，加入計畫取樣的區域醫院或地區醫院，可能會缺少核子醫學部門、心臟科部門、或牙科部門。

為了使計畫達到目標 96 個類次之取樣，我們的做法為盡量讓 8 種類別都能分別取樣 12 家醫院，若遇到有些部門無法配合，則再聯繫其他醫院的意願。目前初步評估心臟類介入性透視攝影檢查、非心臟類介入性透視攝影檢查、核子醫學檢查有可能無法達到取樣 12 家醫院的目標。

2.醫院配合度：

醫院配合度會影響取樣時程長短。醫療院所臨床作業忙碌且流程繁複，為不影響取樣醫院臨床作業進行，取樣調查的時間安排需配合院方調度，若現場取樣過程遇到臨時突發狀況，即刻暫停取樣，必要時擇期重新安排；除此之外，取樣過程可能操作院方檢查設備，操作檢查設備需院方的人力協助，但院方人力有限且忙碌，取樣時一樣需配合院方安排與調度。

3.新型冠狀病毒肺炎疫情：

原本前半年因新型冠狀病毒肺炎疫情不穩定性爆發關係之故，稍微落後的進度，在後半年已追回落後進度，在今年底順利完成 48 個類次之取樣醫院檢查序列調查。但目前醫院仍然將防疫放在第一優先順位，醫院希望等明年疫情趨於緩和之後，再到醫院取樣做計畫。因應新型冠狀病毒肺炎疫情關係之故，明年在計畫執行仍具困難，因此這段期間要繼續和院方積極保持聯絡，以利明年進行取樣醫院檢查序列調查。

肆、未來研究方向

明年(110 年)預計完成：(1)精進健保資料庫的人數趨勢評估，(2)32 類次醫院檢查序列調查之取樣，(3)精進與微調 8 種類別 51 個檢查項目合計 140 個劑量評估模型，(4)推算 8 種醫療輻射類別之集體有效劑量，(5)彙整國民醫療輻射劑量資料，(6)建立台灣醫療輻射類別劑量網站。

伍、結語

今年(109 年)已執行完成的工作項目：(1)健保資料庫的人數趨勢評估：8 種類別的平均年增率皆為正成長，其成長範圍為 0.01%~8.2%，以非心臟類介入性透視攝影成長 8.2%最為明顯；(2)針對 48 個類次分別進行醫院檢查序列調查之取樣：自 108 年開始至 109 年取樣所累計的病例數已達 64,444 筆臨床資料；(3)4 種類別下完成 26 個檢查項目合計 72 個劑量評估模型，包含電腦斷層完成 11 個檢查項目合計 17 個劑量評估模型、核子醫學完成 6 個檢查項目合計 12 個劑量評估模型、一般傳統 X 光完成 7 個檢查項目合計 35 個劑量評估模型、乳房攝影完成 2 個檢查項目合計 8 個劑量評估模型；(4)推算集體有效劑量：電腦斷層台灣國民平均年劑量估算約為每人每年 0.76 mSv，乳房攝影台灣國民平均年劑量估算約為每人每年 0.0041 mSv；(5)台灣醫療輻射類別劑量網站已完成構想設計。

為了使計畫達到目標 96 個類次之取樣，我們的做法為盡量讓 8 種類別都能分別取樣 12 家醫院，若遇到有些部門無法配合，則再聯繫其他醫院的意願。目前初步評估心臟類介入性透視攝影檢查、非心臟類介入性透視攝影檢查、核子醫學檢查有可能無法達到取樣 12 家醫院的目標。

致謝

感謝行政院原子能委員會輻射偵測中心給予經費支持，以及行政院原子能委員會醫用科輻防處提供長庚大學訪查團隊的測量數據和取樣合作醫院之協助。

陸、參考文獻

- 全民健康保險研究資料庫，https://nhird.nhri.org.tw/rule_02-1.html。
- 行政院原子能委員會，「國民輻射劑量評估」(1998),拜訪網頁：2019/11/28,
<https://www.aec.gov.tw/newsdetail/news/232.html>。
- 衛生福利部，107 年醫療機構現況及服務量統計年報，統計處之表 16「歷年特定醫療技術檢查檢驗醫療儀器使用人次」(2019),拜訪網頁：2019/12/30,
<https://dep.mohw.gov.tw/DOS/cp-4487-48525-113.html>。
- 蔡惠予，張似璫，陳拓榮，吳威德，「國民醫療輻射劑量調查研究計畫計畫書」(2019)。
- 蔡惠予，張似璫，陳拓榮，吳威德，「國民醫療輻射劑量調查研究計畫」行政院原子能委員會輻射偵測中心 108 年度委託研究計畫期末報告(2019)。
- 蔡惠予，張似璫，陳拓榮，吳威德，「國民醫療輻射劑量調查研究計畫」行政院原子能委員會輻射偵測中心 109 年度委託研究計畫期中報告(2020)。
- Bly, R., Jahnen, A., Jarvinen, H., Olerud, H., & Vassileva, J. (2011). European population dose from radiodiagnostic procedures—early results of Dose Datamed 2.
- Chen, T. R., & Tung, C. J. (2011). Trend and risk of diagnostic medical exposure to Taiwan population. Presented at the Proceedings 2011 International Conference on Human Health and Biomedical Engineering.
- Hall, E. J., & Brenner, D. J. (2008). Cancer risks from diagnostic radiology. *The British Journal of Radiology*.
- HPS. (2009). People Exposed to More Radiation from Medical, Health Physics Society.
- Mettler, F. A., Huda, W., Yoshizumi, T. T., & Mahesh, M. (2008). Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine : a catalog. *Radiology*, 248(1), 254–263.
- Muhogora, W. E., Ahmed, N. A., Almosabihi, A., Alsuwaidi, J. S., Beganovic, A., Ciraj-Bjelac, O. (2008). Patient doses in radiographic examinations in 12 countries in Asia, Africa, and Eastern Europe : initial results from IAEA projects. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 190(6), 1453–1461.
- NCRP. (2009). Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. (Report No. 160). Bethesda, MD : National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NCRP. (2019). Medical Radiation Exposure of Patients in the United States. (Report No. 184). Bethesda, MD : National Council on Radiation Protection and Measurements.
- Osei, E. K., & Darko, J. (2013). A survey of organ equivalent and effective doses from diagnostic radiology procedures. *ISRN Radiology*, 2013, 204346.
- PHE. (2016). Ionizing Radiation Exposure of the UK Population : 2010 Review (No. PHE-CRCE-026). Public Health England.
- Tsai, H. Y., Tung, C. J., Yu, C. C., Yu, C. C., & Tyan, Y. S. (2007). Survey of computed tomography scanners in Taiwan : dose descriptors, dose guidance levels, and effective doses. *Medical Physics*, 34(4), 1234–1243.
- UNSCEAR. (2017). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2016 Report

(Vol. 2016). United Nations. [http : //doi.org/10.18356/2055d684-en](http://doi.org/10.18356/2055d684-en)Wall, B. F. (2009). Ionizing radiation exposure of the population of the United States : NCRP Report No. 160. Radiation Protection Dosimetry, 136(2), 136–138.

Yeh, D. M., Tsai, H. Y., Tyan, Y. S., Chang, Y. C., Pan, L. K., & Chen, T. R. (2016). The Population Effective Dose of Medical Computed Tomography Examinations in Taiwan for 2013. PLoS ONE, 11(10), e0165526.

柒、附件表列

附件一	健保資料庫資料分析：健保資料庫的人數趨勢評估
附件二	取樣醫院檢查序列調查
附件三	建構劑量評估模型：電腦斷層、核子醫學、一般傳統 X 光、乳房攝影
附件四	推算集體有效劑量：電腦斷層與乳房攝影
附件五	建置醫療劑量網站
附件六	論文投稿
附件七	技術報告

健保資料庫資料分析

健保資料庫的人數趨勢評估

何佩珊、何俊逸、蔡惠予

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

前言	3
壹、8 種類別年度趨勢	3
一、電腦斷層	3
二、核子醫學	5
三、心臟類介入性透視攝影	6
四、非心臟類介入性透視攝影	6
五、傳統透視攝影	7
六、一般傳統 X 光	7
七、乳房攝影	8
八、牙科攝影	8
貳、頻次驗證與比較	9
一、與衛福部公布統計資料比對	9
二、與文獻比較	10
參、醫療輻射劑量調查研究參考之頻次	12
肆、參考資料	12

前言

台灣 99%的醫療行為記錄在健保資料庫當中¹，衛生福利部（以下稱衛福部）之衛生福利資料科學中心肩負管理健保資料庫的責任，並於 100 年開放資料庫申請使用。健保資料庫包含了檢查項目訊息的欄位，截至此報告分析前，資料科學中心共提供了 89 年到 106 年包含檢查項目（支付標準碼）欄位的檔案，我們撰寫 SAS 程式統計此欄位中與輻射醫療相關的檢查項目各年度之頻次，並分析各檢查項目的年度趨勢，以作為國民醫療輻射劑量調查研究的重要參考依據。

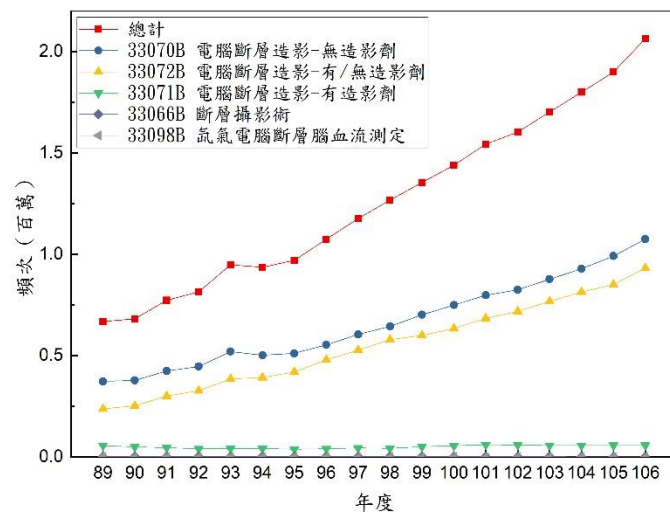
隨著台灣人口逐年的成長，以及健保制度的完善，就醫人口也逐年提升。為了解各年度與 8 種醫療輻射類別頻次增長的情況，本報告將闡述 8 種醫療輻射類別自 89 年至 106 年，共 18 年的年度趨勢。並參考衛福部統計處公佈的電腦斷層歷年使用人次之統計資料²，以及陳拓榮教授在 100 年發表文獻³中的數據進行驗證與比較。最後說明本研究參考健保資料庫的檢查項目年頻次作為台灣接受醫療輻射檢查項目年頻次，以評估國民醫療輻射劑量。

壹、8 種類別年度趨勢

由我們撰寫的 SAS 程式可從健保資料庫各年度的「全民健保處方及治療醫令明細檔—西醫、中醫及牙醫門診」檔案的「醫令代碼」欄位，以及「全民健保處方及治療醫令明細檔—住院」的「藥品（項目）代號」欄位取得和醫療輻射相關的健保代碼之頻次。在「全民健保處方及治療醫令明細檔—西醫、中醫及牙醫門診」檔案的「診療部位」欄位，以及「全民健保處方及治療醫令明細檔—住院」的「會診科別/診療部位」欄位可取得各年度電腦斷層各部位檢查的頻次。以下依 8 種醫療輻射類別闡述頻次年度趨勢。

一、電腦斷層

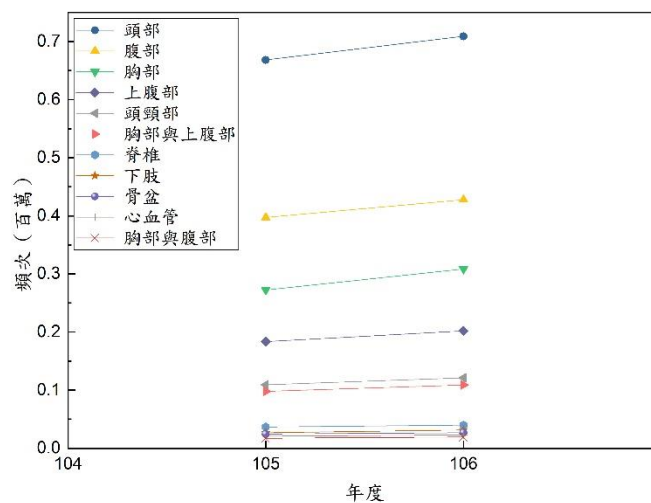
電腦斷層頻次的年度趨勢如圖一，平均年增率為 6.9%，由於健保代碼提供的資訊為有/無造影劑之頻次佔比，然而劑量評估模型是依不同掃描部位建構，因此健保代碼頻次不符合劑量評估的需求，我們修改為撈取「診療部位」的檢查部位代碼（圖二）之頻次，如圖三所示，106 年與 105 年相較之下，各部位掃描頻次均有上升的趨勢。



圖一、電腦斷層年度總頻次趨勢與電腦斷層 4 個檢查項目頻次趨勢

診療部位代碼	
H：頭部，	A：頸部，
F：頭頸部，	U：胸部，
N：頸椎，	J：胸椎，
K：腰椎，	G：胸部及上腹部，
C：上腹部，	I：腹部(含骨盆腔) (99.3 修訂)，
P：骨盆腔，	E：肢部，
Q：臂神經血管叢，	M：骨骼肌肉系統，
V：心血管系統，	S：MRS(磁振頻譜)，
T：MRA(磁振血管攝影)，	O：其他
依實施部位填寫左靠，不足補空白，例如頸椎及胸椎則填 NJ，最多申報六個部位。	

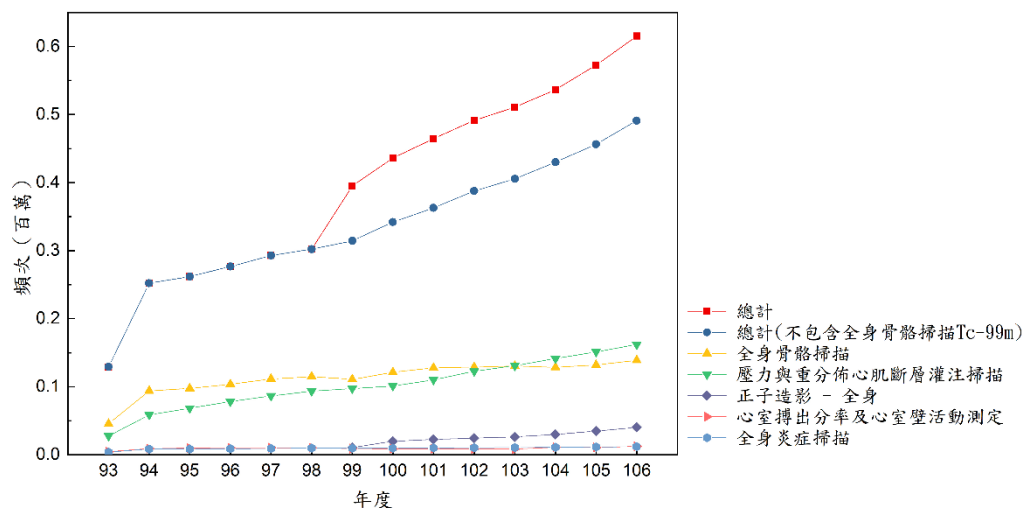
圖二、健保資料庫使用手冊提供的診療部位代碼與相對應的部位



圖三、電腦斷層 105 年至 106 年 11 個部位之頻次

二、核子醫學

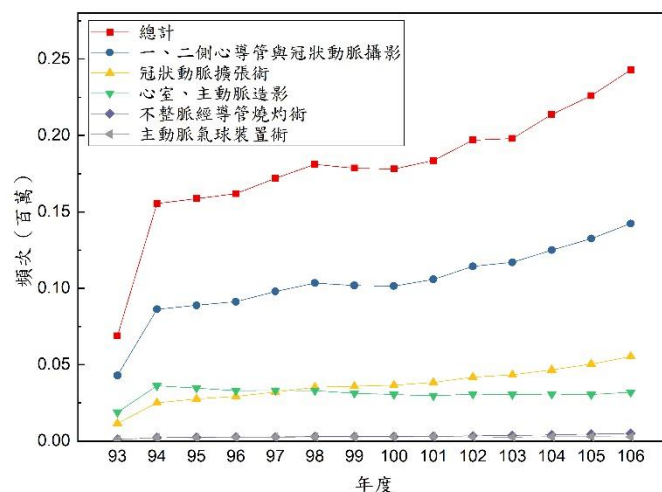
核子醫學頻次的年度趨勢如圖四，核子醫學的健保代碼為 93 年 7 月新增，從 94 年之後的平均年增率為 7.9%，其中 99 年數量顯著增加的貢獻主要來自於「全身骨骼掃描-Tc-99m (26076B)」，此健保代碼為 99 年 1 月新增，此項目為執行「全身骨骼掃描 (26029B)」項目時，若核醫藥物 Tc-99m 購買成本過高，可同時填報「全身骨骼掃描 (26029B)」與「全身骨骼掃描-Tc-99m (26076B)」一併申報健保點數，該檢查項目劑量已計算於「全身骨骼掃描」項目，因此未納入劑量評估。圖中列出集體有效劑量佔比為 90.0% 的 5 個檢查項目之年度趨勢。



圖四、核子醫學年度總頻次趨勢與 5 個檢查項目頻次趨勢

三、心臟類介入性透視攝影

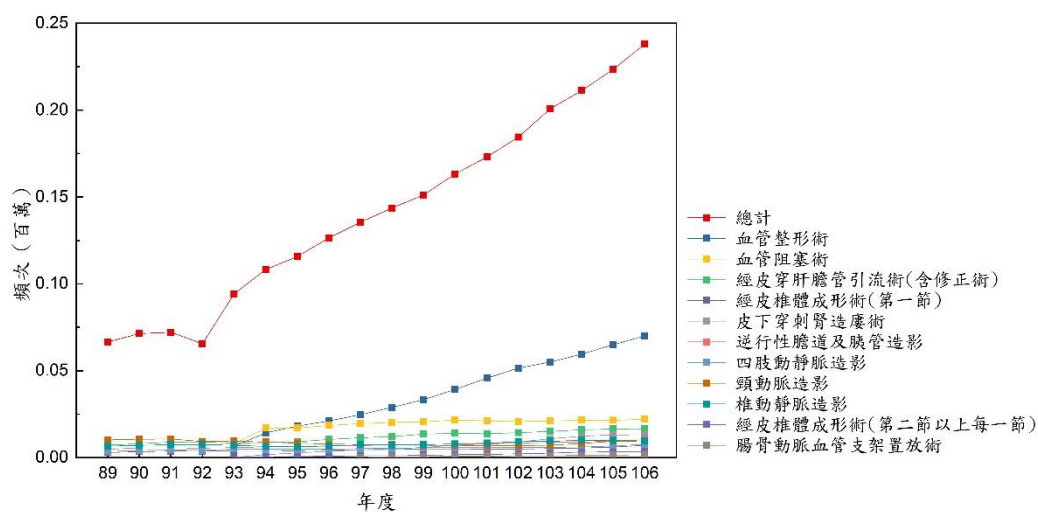
心臟類介入性透視攝影頻次的年度趨勢如圖五，心臟類介入性透視攝影的健保代碼為 93 年 7 月新增，從 94 年之後的平均年增率為 3.8%。圖中列出集體有效劑量佔比為 97.3% 的 5 個檢查項目之年度趨勢。其中「心室、主動脈造影」檢查因逐漸被非侵入性的核醫心室功能檢查所取代，有逐年些微下滑的趨勢。



圖五、心臟類介入性透視攝影年度總頻次趨勢與 5 個檢查項目頻次趨勢

四、非心臟類介入性透視攝影

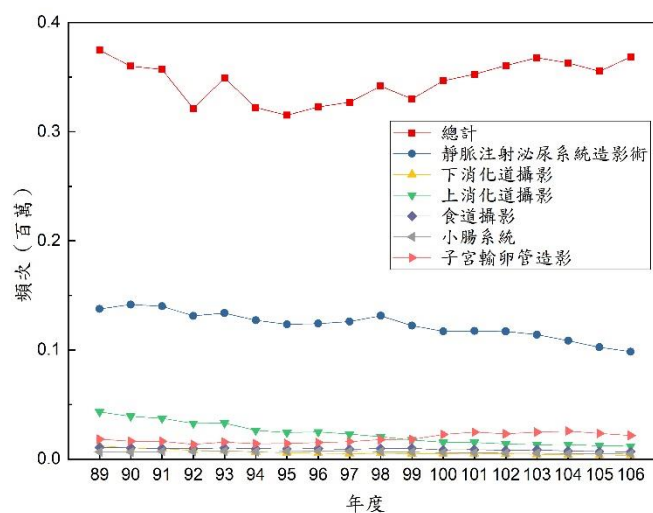
非心臟類介入性透視攝影頻次的年度趨勢如圖六，平均年增率為 8.2%。92 年度受嚴重急性呼吸道症候群（SARS）的影響，整體頻次有些微下降，除此之外均穩定上升。圖中列出集體有效劑量佔比為 92.8% 的 11 個檢查項目之年度趨勢。



圖六、非心臟類介入性透視攝影年度總頻次趨勢與 11 個檢查項目頻次趨勢

五、傳統透視攝影

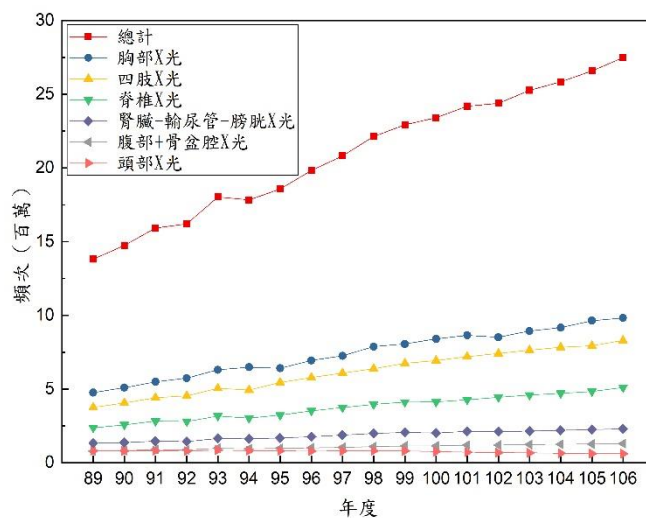
傳統透視頻次的年度趨勢如圖七，平均年增率為 0.01%，整體來說頻次並無明顯上升，圖中列出集體有效劑量佔比為 93.7% 的 6 個檢查項目之年度趨勢。由於醫療技術的進步，靜脈注射泌尿系統造影劑、上消化道攝影、以及食道攝影逐漸被內視鏡檢查所取代，此三個檢查項目的頻次因此逐年下降，造成原本應隨著人次增加上升的趨勢因此趨緩。



圖七、傳統透視攝影年度總頻次趨勢與 6 個檢查項目頻次趨勢

六、一般傳統 X 光

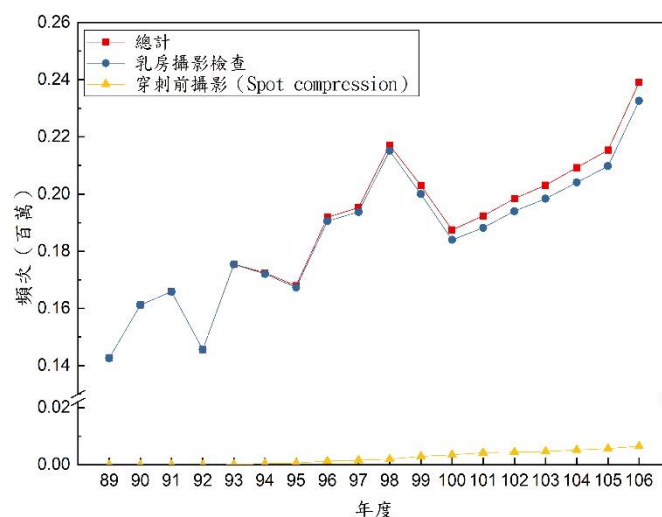
一般傳統 X 光頻次的年度趨勢如圖八，平均年增率為 4.2%。圖中列出 6 個依部位歸類的檢查項目之年度趨勢，各個檢查項目的頻次均穩定增加。



圖八、一般傳統 X 光年度總頻次趨勢與 6 個檢查項目頻次趨勢

七、乳房攝影

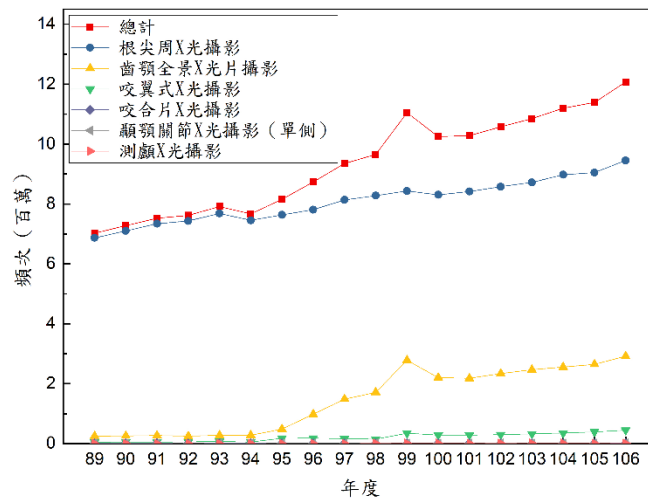
乳房攝影頻次的年度趨勢如圖九，平均年增率為 3.4%。其中 92 年受嚴重急性呼吸道症候群（SARS）疫情的影響，民眾到醫院接受非急迫性檢查的意願降低，因此 92 年度頻次較低。其次衛福部國民健康署於 94 年至 98 年推動國家癌症防治五年計畫⁴，鼓勵民眾定期至醫院做乳癌篩檢，其篩檢記錄納入健保，利用菸品健康福利捐的經費作為補助。98 年度更將每 2 年 1 次的乳房攝影檢查補助之年齡層從 50-69 歲下修至 45 歲⁵，因此可見檢查頻次有顯著的提升。



圖九、乳房攝影年度總頻次趨勢與 2 個檢查項目頻次趨勢

八、牙科攝影

牙科攝影頻次的年度趨勢如圖十，平均年增率為 3.3%。99 年頻次顯著增加歸因於衛福部積極推動「牙醫初診照護品質計畫」⁶，鼓勵牙醫師對初診病患依不同狀況仔細檢查，於 99 年將原初診診察分列為三項：「年度初診 X 光檢查（01272C）」、「高齲齒罹患率族群年度初診 X 光片檢查（01273C）」、以及「環口全景 X 光初診診察（01271C）」，其中環口全景 X 光初診診察的健保代碼為 99 年新增，然而牙醫師從慣用的「齒顎全景 X 光片攝影（34004C）」檢查轉換到「環口全景 X 光初診診察（01271C）」需要一些過渡時期，因此推測 99 年有較多的重複拍攝。



圖十、牙科攝影年度總頻次趨勢與 6 個檢查項目頻次趨勢

貳、頻次的驗證與比較

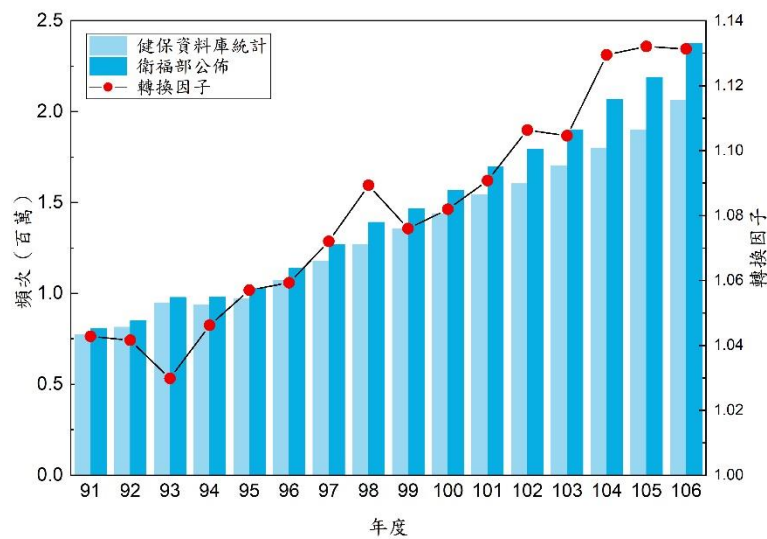
為了解我們在台北衛福部資料科學中心所蒐集在各年度和各檢查項目數據的信效度，我們將取得的資料與公眾可取得之高信效度資料進行比對。衛福部公佈之「歷年特定醫療技術檢查檢驗醫療儀器使用人次²」檔案內含歷年公私立醫院使用電腦斷層的人次，提供了單一類別多年度的資料。而陳拓榮教授在 100 年在國際醫學物理期刊發表的文獻³中研究台灣 97 年的國民醫療輻射劑量，內含 97 年各檢查項目之頻次，提供了單年度多類別的資料。以下說明我們取得之健保資料庫數據經過年度、檢查項目雙面向比對驗證的結果。

一、與衛福部公布統計資料比對

衛福部統計處目前公佈的電腦斷層資料年度範圍為 91 年至 107 年，我們從資料科學中心取得的資料年度則為 89 年至 106 年，因此取其交集之年度進行比對，如圖十一所示，我們的電腦斷層頻次和衛福部的數據逐年增長的趨勢相當接近，然而衛福部的各年度資料都比我們的頻次略高一些，差異百分比的計算方式如下：

$$\text{差異百分比} = \frac{\text{衛福部統計量} - \text{本報告統計量}}{\text{衛福部統計量}} \times 100\%$$

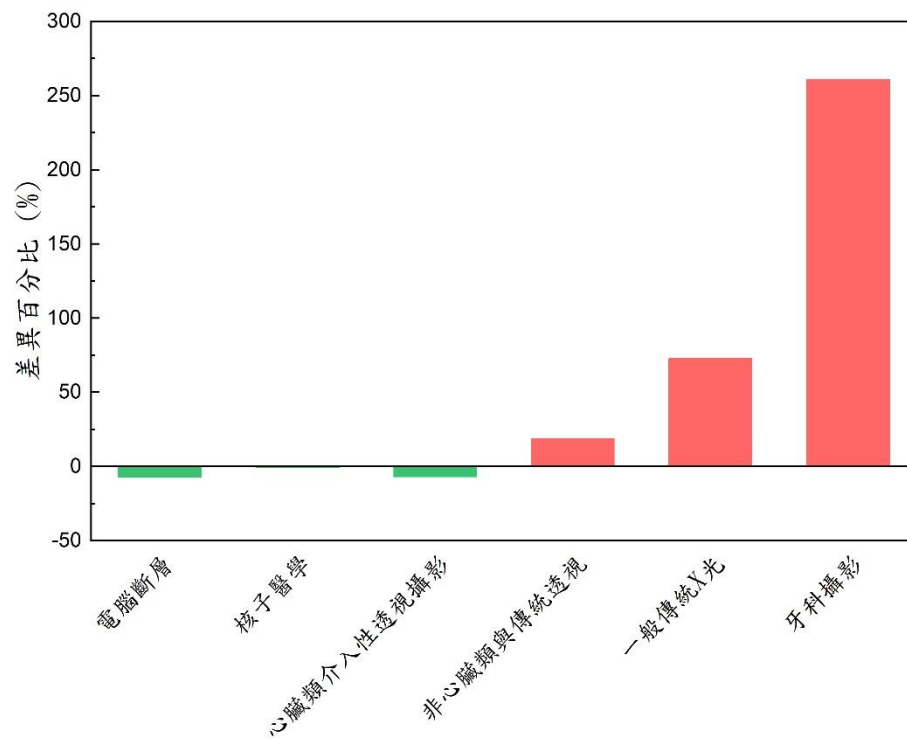
差異百分比的範圍為 3% 至 13%。由於我們從健保資料庫取得之數據僅包含健保有給付的案件，自費進行電腦斷層掃描的案件並未納入資料庫中，因此推測差異來源為自費案件的頻次。為使國民劑量的評估更貼近實際情況，我們將電腦斷層各部位的頻次佔比乘上一轉換因子，即（差異百分比+1），用以代表台灣接受電腦斷層掃描的頻次。



圖十一、健保資料庫取得之各年度電腦斷層頻次與衛福部公佈頻次的比較，以及各年度轉換因子（右縱軸）。

二、與文獻比較

我們從健保資料庫取得的 97 年度各類別頻次與陳拓榮教授文獻之頻次的差異百分比如圖十二，詳細數據如表一。其中核子醫學類差異在 5% 之內，最為相似。經過各別健保代碼的頻次詳細比對分析之後，我們發現，第一，傳統透視和非心臟介入性透視歸類方式有些微差距，因此我們將兩類合併比對。第二，頻次差異較大的一般 X 光、牙科、傳統與非心臟介入透視中，其相同代碼的頻次是相等的，但由於我們所選取和醫療輻射相關的健保代碼較為完善，因此我們得到的總頻次較多。第三，文獻的心臟類介入透視檢查項目中，有少數非常相似的項目名稱，推測是重複計算造成頻次較高。最後是電腦斷層的頻次，文獻中直接參考了衛福部統計處公佈的 97 年度數據。另外文獻無乳房攝影的類別。因此綜合上述的分析，除了選取的健保代碼數量不同造成頻次差異較大，我們取得的頻次是有信效度的。



圖十二、陳拓榮教授的文獻頻次與我們取得的健保資料庫頻次差異百分比

表一、陳拓榮教授的文獻頻次與我們取得的健保資料庫頻次之比較

類別	陳拓榮教授文獻頻次	健保資料庫 97 年頻次	差異 (%)
電腦斷層	1,268,921	1,177,546	-7.2%
核子醫學	294,602	292,933	-0.6%
心臟類介入性透視攝影	184,826	171,932	-7.0%
非心臟類介入性透視攝影與傳統透視攝影	390,160	462,623	18.6%
一般傳統 X 光	12,030,851	20,812,739	73.0%
乳房攝影	--	195,314	--
牙科攝影	2,576,292	9,298,501	260.9%

參、醫療輻射劑量調查研究參考之頻次

截至本報告分析前，衛福部資料科學中心開放申請的健保資料庫最新年度為106年度，因此國民醫療輻射的劑量調查將參考此年度的頻次作為台灣接受醫療輻射的人次，與各檢查項目估算之劑量合併以計算集體劑量。其中電腦斷層因需考量自費的掃描頻次，因此參考資料庫中電腦斷層各部位檢查的頻次佔比，與轉換因子1.13做相乘，以此作為台灣接受電腦斷層檢查的總數。

表二、健保資料庫頻次與台灣醫療輻射人次

類別	健保資料庫 106 年頻次	台灣醫療輻射人次
電腦斷層	2,064,598	2,376,604
核子醫學	615,285	615,285
心臟類介入性透視攝影	233,143	233,143
非心臟類介入性透視攝影	237,972	237,972
傳統透視攝影	368,480	368,480
一般傳統 X 光	27,482,404	27,482,404
乳房攝影	239,099	239,099
牙科攝影	11,911,791	11,911,791

肆、參考資料

1. 資料庫服務簡介（無日期）。全民健保研究資料庫。2020.11.19，取自：
https://nhird.nhri.org.tw/brief_01.html
2. 醫療機構現況及醫院醫療服務量統計年報（2020.9.10）。衛福部統計處。
2020.11.19，取自：<https://dep.mohw.gov.tw/DOS/np-1865-113.html>
3. TR Chen, YS Tyan, PS Teng, JH Chou, CY Yeh, TW E, CH Shao, CJ Tung,
Population dose from medical exposure in Taiwan for 2008, Med. Phys. 38 (6): 3139-3148, 2011.6 (SCI)
4. 癌症防治（2020.10.07）。衛福部國健署。2020.11.19，取自：
<https://www.hpa.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeid=47>
5. 擴大篩檢 乳房攝影下修至 45 歲起（2015.10.23）。衛福部國健署。2020.11.19，
取自：<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1129&pid=2045>
6. 陳彥廷（2011.7.25）。牙醫門診總額專案計畫執行成果報告。衛福部。
2020.11.19，取自：<https://www.mohw.gov.tw/dl-3430-82986d12-a24c-4195-aef2-1af25872b779.html>

取樣醫院檢查序列調查

何俊逸、蔡惠予

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

壹、取樣醫院取序列調查.....	3
貳、醫療院所 8 種類別之取樣資料.....	6
一、電腦斷層.....	6
二、核子醫學.....	6
三、心臟類介入性透視攝影.....	6
四、非心臟類介入性透視攝影.....	7
五、傳統透視攝影.....	7
六、一般傳統 X 光.....	7
七、乳房攝影.....	7
八、牙科攝影.....	8

壹、取樣醫院取序列調查

執行國民醫療輻射劑量評估調查，經過醫療院所與健保資料庫取樣後滾動修正為至少完成下列 8 種醫療輻射類別，共 51 個檢查項目劑量評估，包含檢查項目如下：

1. 電腦斷層：包含頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管，共 11 項。
2. 核子醫學：包含全身骨骼掃描、壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描、正子造影-全身、心室搏出分率及心室壁活動測定、全身炎症掃描及其他項等 6 項。
3. 心臟類介入性透視攝影：包含一、二側心導管與冠狀動脈攝影、冠狀動脈擴張術(含血管內/心臟內異物移除術)、心室、主動脈造影、不整脈經導管燒灼術、主動脈氣球裝置術及其他項等 6 項。
4. 非心臟類介入性透視攝影：包含血管整形術、血管阻塞術、經皮穿肝膽管引流術(含修正術)、皮下穿刺腎造瘻術、逆行性膽道及胰管造影及其他項等 6 項。
5. 傳統透視攝影：包含靜脈注射泌尿系統造影術、下消化道攝影、上消化道攝影、食道攝影、小腸系統、子宮輸卵管造影及其他項等 7 項。
6. 一般傳統 X 光：包含頭頸部、胸肩部、腹部(含骨盆腔)、腎臟-輸尿管-膀胱、脊椎、四肢及其他項等 7 項。
7. 乳房攝影：一般乳房攝影、穿刺前攝影，共 2 項。
8. 牙科攝影：根尖周、咬翼式、咬合片、齒顎全景、測顱、顱顎關節(單側)，共 6 項。

根據以上 8 種醫療輻射類別，共 51 個檢查項目劑量評估，我們自 108 年 02 月 26 日至 109 年 11 月 20 日的各項統計數據如表一至表三：

本計畫目標為 3 年內完成 12 家醫院，共計 96 個類次(8 種類別*12 家醫院)的取樣醫院檢查序列調查，去年度規劃完成 2 家醫院，去年 2 家醫院皆已完成取樣。今年度已完成 48 個類次(8 種類別*6 家醫院)的調查結果。今年度嘗試聯繫多於規劃家數 6 家醫療院所，原因是有些醫療院所並非 8 種類別皆具備，且有些科別不願意接受我們的調查，因此與計畫委託單位討論並達成共識，改以完成 48 個類次作為目標，目前已完成 18 家醫療院所的聯繫(表一)，包含有 9 家醫院完成取樣，2 家醫院可配合取樣，4 家醫院正在進行院內行政取樣程序，3 家正在聯繫拜訪(表二、表三)，將持續徵詢其他醫療院所加入取樣合作醫院之意願。

表一、同意與本研究合作之全台醫療院所家數分布

	北部	中部	南部	東部	總計
醫學中心	2 (F、M)	2 (K、P)	3 (Q、R、T)	-	7
區域醫院	4 (A、G、I、S)	1 (L)	1 (J)	1 (H)	7
地區醫院	1 (N)	1 (B)	1 (O)	-	3
基層診所	3 (C、D、E)	-	-	-	3
總計	10	4	5	1	20

表二、到院取樣調查之步驟、步驟代號與換算完成度，分列出各步驟目前的累計類次

步驟	代號	換算完成度	累計類次	
			108 年	109 年
1.無此類別	w (without this category)	0%	0	26
2.不同意	na (not available)	0%	0	14*
3.聯繫確認	c (connection)	30%	0	24
4.行政流程	p (progress)	50%	0	29
5.到院實地取樣	s (on-site survey)	70%	0	3
6.完成取樣	d (done)	100%	16	48
家數*類別			2*8	18*8
類次小計			16	144
年度目標			16	48
完成度換算			16	71.8
			100.0%	149.6%
			(16/16)	(71.8/48)
取樣類次			16	48
			100.0%	100.0%
			(16/16)	(48/48)

*聯繫醫療院共已累計有 144 個類次，但其中有 14 個類次是醫療院所無法讓本計畫到院實地取樣。

表三、各醫療院所之檢查類別對應本研究調查步驟(參見表二)之狀況

		1	2	3	4	5	6	7	8
年 度	類別 醫院 代碼	電腦 斷層	核子 醫學	心臟類 介入性 透視攝影	非心臟類 介入性 透視攝影	傳統 透視 攝影	一般 傳統 X 光	乳房 攝影	牙科 攝影
1 0 8	A	d	d	d	d	d	d	d	d
	B	d	d	d	d	d	d	d	d
1 0 9	C	w	w	w	w	w	w	w	d
	D	w	w	w	w	w	w	w	d
	E	w	w	w	w	w	w	w	d
	F	d	d	na	d	d	d	na	d
	G	d	d	d	d	d	d	d	w
	H	d	na	na	d	d	d	d	d
	I	d	d	na	d	d	d	d	d
	J	d	d	d	d	d	d	d	d
	K	p	p	p	p	p	p	p	p
	L	d	na	na	na	d	d	d	na
	M	p	na	na	p	p	p	p	d
	N	d	w	na	na	na	s	d	w
	O	d	w	d	d	s	s	d	w
	P	p	p	p	p	p	p	p	p
	Q	p	p	p	p	p	p	p	p
	R	c	c	c	c	c	c	c	c
	S	c	c	c	c	c	c	c	c
	T	c	c	c	c	c	c	c	c
完成家數		10	6	5	8	8	8	9	10
病例數		10,732	6,351	219	823	802	9,744	1,962	33,811
總計病例數		64,444							

貳、醫療院所 8 種類別之取樣資料

一、電腦斷層

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.電腦斷層檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、掃描範圍、旋轉時間、重組厚度、Scan mode、AEC、kV、Beam width、Beam collimation、Table feed、Slice thickness、Pitch、CTDI_{vol}、mAs、Scan time、DLP

二、核子醫學

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.核子醫學檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、放射性藥物種類、放射性藥物活度、SPECT、PET/CT、設備名稱、掃描範圍、旋轉時間、重組厚度、Scan mode、AEC、kV、Beam width、Beam collimation、Table feed、Slice thickness、Pitch、CTDI_{vol}、mAs、Scan time、DLP

三、心臟類介入性透視攝影

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.心臟類介入性透視攝影檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、總透視時間、DAP、Air Kerma、FOV、SID、kV、mA、Tube 角度、filter、Single/bi plane

四、非心臟類介入性透視攝影

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.非心臟類介入性透視攝影檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、總透視時間、DAP、Air Kerma、FOV、SID、kV、mA、Tube 角度、filter、Single/bi plane

五、傳統透視攝影

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.傳統透視攝影檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、總透視時間、DAP、Air Kerma、FOV、SID、kV、mA、mAs、Tube 角度、filter

六、一般傳統 X 光

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.一般傳統 X 光檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、DAP、FOV、SID、kV、Tube 角度、filter

七、乳房攝影

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.乳房攝影檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重、設備名稱、照射張數、左/右乳房、乳房厚度、平均乳腺劑量

八、牙科攝影

- 1.醫院基本資料：記錄資料包括醫院名稱、醫院分級、設備台數
- 2.設備相關資訊：記錄資料包括設備廠牌、設備型號、設備序號、登記字號、裝機年份、新機或移機、設置部門
- 3.牙科攝影檢查：記錄資料包括檢查項目、檢查頻次之年度總計
- 4.病例資料取樣：記錄資料包括檢查日期、檢查項目、性別、年齡、身高、體重(體型)、設備名稱、FSD、SID、DAP、Tube 角度、filter、Cone 大小、Cone 形狀、kV、mA、time

建構劑量評估模型

電腦斷層、核子醫學
一般傳統 X 光、乳房攝影

林晉生、趙庭毅、王光予、何佩珊、何俊逸、蔡惠予

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

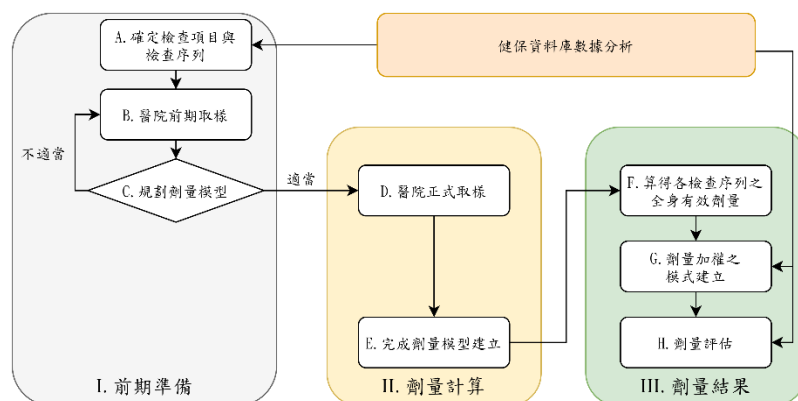
壹、電腦斷層.....	4
前言.....	4
一、前期準備(I).....	5
1.確定檢查項目與檢查序列(A).....	5
2.醫院前期取樣(B).....	6
3.規劃劑量模型(C).....	6
二、電腦斷層檢查劑量計算(II).....	7
1.醫院正式取樣(D).....	7
2.劑量模型建立(E).....	10
三、劑量結果(III).....	11
1.各檢查序列之有效劑量(F).....	11
2.劑量加權模式(G).....	13
3.劑量評估(H).....	15
貳、核子醫學.....	16
前言.....	16
一、前期準備(I).....	17
1.確定檢查項目與檢查序列(A).....	17
2.醫院前期取樣(B).....	18
3.規劃劑量模型(C).....	18
二、核子醫學檢查劑量計算(II).....	19
1.醫院正式取樣(D).....	19
2.劑量模型建立(E).....	22
三、劑量結果(III).....	24
1.各檢查序列之有效劑量(F).....	24
2.劑量加權模式(G).....	26
3.劑量評估(H).....	28

參、一般傳統 X 光.....	29
前言.....	29
一、前期準備(I).....	30
1.確定檢查項目與檢查序列(A).....	30
2.醫院前期取樣(B).....	34
3.規劃劑量模型(C).....	34
二、一般傳統 X 光檢查劑量計算(II).....	34
1.醫院正式取樣(D).....	34
2.劑量模型建立(E).....	38
三、劑量結果(III).....	39
1.各檢查序列之有效劑量(F).....	39
2.劑量加權模式(G).....	41
3.劑量評估(H).....	44
肆、乳房攝影.....	45
前言.....	45
一、前期準備(I).....	46
1.確定檢查項目與檢查序列(A).....	46
2.醫院前期取樣(B).....	48
3.規劃劑量模型(C).....	48
二、乳房攝影檢查劑量計算(II).....	48
1.醫院正式取樣(D).....	48
2.劑量模型建立(E).....	50
三、劑量結果(III).....	51
1.各檢查序列之有效劑量(F).....	51
2.劑量加權模式(G).....	52
3.劑量評估(H).....	53

壹、電腦斷層

前言

本章節乃介紹電腦斷層檢查的劑量計算流程，步驟為：（A）將健保資料庫之各項電腦斷層檢查年執行次數乘上各項檢查於 NCRP 184 號報告上之全身有效劑量數值以初步估算電腦斷層檢查的集體有效劑量，並最終確定所需計算的項目為佔總集體有效劑量 97.3% 的電腦斷層檢查序列；（B）於 1 家醫院執行前期取樣，確保所抄錄之輻射參數能充分用以規劃劑量模型；（C）依據所抄錄之臨床輻射參數使用 CT-expo 劑量模擬軟體進行有效劑量的試算；（D）待完成項目 B 與項目 C 後，於各家醫院執行正式取樣；（E）依據項目 D 所抄錄之臨床輻射參數建立各檢查序列的劑量計算模型；（F）使用 CT-expo 劑量模擬軟體進行劑量計算並獲得基於各家醫院之各項檢查序列之病患全身有效劑量數值；（F）根據所收錄之各家醫院各檢查序列的輻射參數計算得到各自的有效劑量數值範圍；（G）依據各家醫院各檢查序列的作業頻次與作業機器比例加權項目 F 之有效劑量中位數並加總後得到基於各家醫院的各個電腦斷層造影檢查的有效劑量，再依據各家醫院執行電腦斷層造影檢查的頻次比例加權最終得到基於各家醫院的 1 個有效劑量數值；（H）將項目 G 之有效劑量數值乘上 106 年度健保資料庫之電腦斷層造影檢查總次數以獲得該類檢查之集體有效劑量，因項目 A 之檢查項目為佔總集體有效劑量 97.01% 以上檢查序列，因此集體有效劑量需除以 97.3% 以修正之，最後再除以 106 年台灣總人口數，以獲得電腦斷層檢查之台灣國民平均年劑量估算值（圖一）。



圖一、國民醫療輻射劑量評估工作流程

一、前期準備(I)

1.確定檢查項目與檢查序列(A)

全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準之電腦斷層檢查項目之健保代碼共計 6 筆序列(表一)，將採納 3 筆序列作計算，分別為電腦斷層造影-無造影劑、電腦斷層造影-有造影劑及電腦斷層造影-有/無造影劑，共佔全體 97.1%人次，並依健保資料庫之各項檢查序列中診療部位代碼年執行次數乘上各序列於 NCRP 184 號報告上之全身有效劑量數值以初步估算電腦斷層檢查的集體有效劑量，並最終確定所需計算的項目為佔總集體有效劑量 97.3%的電腦斷層檢查序列共 3 筆。

表一、106 年健保資料庫 6 筆電腦斷層檢查序列及其對應健保代碼與中英文檢查名稱

代碼	中文檢查名稱	英文檢查名稱
33070B	電腦斷層造影-無造影劑	Computered tomography (C. T.) without contrast
33071B	電腦斷層造影-有造影劑	with contrast
33072B	電腦斷層造影-有/無造影劑	with/without contrast
33066B	斷層攝影術 (每張)	Tomography (each)
33103B	電腦斷層導引下組織切片,取樣剛針	CT Guide biopsy
33098B	氙氣電腦斷層腦血流測定	Xenon CT for cerebral blood flow measurement

依據健保資料庫數據與實際收錄臨床輻射參數的狀況 3 筆電腦斷層檢查代碼並依據診療部位代碼將其分為 11 個檢查項目，共 17 種序列：包含頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管（表二）。

表二、電腦斷層檢查分類

項次	檢查項目	診療部位代碼	檢查頻次
1	頭部	H、HH	708,885
2	頸部	F、HA、HF、AH、A、AU、HU、UH、UF、FU、CH	121,198
3	胸部	U	308,296
4	上腹部	C	202,036
5	腹部(含骨盆腔)	I、CP、IP、PC、CI	428,730
6	胸部與上腹部	UC、G、UG、CU	108,983
7	胸部與腹部(含骨盆腔)	UI、UCP、CPU、IU、CUP、IPU、PCU	19,303
8	骨盆	P	26,922
9	下肢	E、PE、M、EM	31,310
10	脊椎	K、N、HN、NH、J、NJK	40,909
11	心血管	V、IV、GV、IPV	23,032

診療部位代碼：

H：頭部，A：頸部，F：頭頸部，U：胸部，N：頸椎，J：胸椎，K：腰椎，
G：胸部及上腹部，C：上腹部，I：腹部(含骨盆腔)(99.3 修訂)，P：骨盆腔，
E：肢部，M：骨骼肌肉系統，V：心血管系統

2.醫院前期取樣(B)

電腦斷層檢查的有效劑量將使用 CT-expo 劑量軟體以評估之，醫院前期取樣乃針對劑量軟體計算過程中所涉及的輻射參數進行取樣以確保所抄錄之數據能完整執行檢查序列有效劑量的計算流程，在確定所需取樣的數據項目（表六）後即開始醫院正式取樣。

3.規劃劑量模型(C)

電腦斷層檢查的有效劑量將使用 CT-expo 劑量軟體以評估之，規劃劑量模型乃針對醫院前期取樣的數據以執行檢查序列的有效劑量試算，確保「2.醫院前期取樣(B)」所確定之取樣項目能正確算出對應檢查序列的有效劑量，並依序建立 11 個檢查項目之 17 個檢查序列的初步劑量模型以測試「一、前期準備(I)」系統的可執行性。

二、電腦斷層檢查劑量計算(II)

1. 醫院正式取樣(D)

在醫院正式取樣中，需記錄四大類資料，分別為醫院基本資料、輻射醫療設備資訊、檢查項目與檢查序列、取樣病人之照射參數，以下分述之：（1）醫院名稱、分級以及設備數量(表三)；（2）院內設備之相關資訊(表四)；（3）院內各項檢查序列之頻次(表五)；（4）檢查資訊與輻射參數(表六)，上述表格將用以建立劑量模型。

表三、醫院基本資料（範例）

基本資料項目	範例	目的
醫院名稱	台北 XX 醫院	目標醫院的選取需具備代表性
醫院分級	醫學中心	考慮地域性與醫院等級，故選取分布台灣北、中、南、東各地的基層診所、地區醫院、區域醫院、醫學中心，如此目標醫院的分布包括全台各地且不同層級醫院，則取樣資料與數據才具備說服力。
設備台數	2 台電腦斷層	了解醫院設備數量以利設備加權計算使用。

表四、設備相關資訊（範例）

設備資料項目	範例
設備廠牌	GE
設備型號	BRIGHTSPEED16
登記字號	登設字 12345 號
設備序號	12345
裝機年份	108 年
設置部門	醫學大樓 1 樓放射線部

表五、醫院之電腦斷層檢查記錄表（範例）

項次	檢查項目	醫療院所檢查頻次之年度總計(次/年)
1	頭部	如：4405
2	頸部	如：4137
3	胸部	如：9788
4	上腹部	如：10960
5	腹部(含骨盆腔)	如：19036
6	胸部與上腹部	如：9788
7	胸部與腹部(含骨盆腔)	如：869
8	骨盆	如：1158
9	下肢	如：218
10	脊椎	如：158
11	心血管	如：1131

表六、檢查資料取樣表格（以腹部電腦斷層檢查舉例說明）

記錄項目	記錄範例
檢查日期	如：108 年 12 月 31 日
檢查項目	如：腹部電腦斷層
掃描範圍	如：橫膈膜至恥骨聯合
性別	如：男性
年齡	如：30 歲
身高	如：170 cm
體重	如：70 kg
設備名稱	如：廠牌 GE 型號 12345 設備
管電壓	如：120 kV
管電流	如：100 mAs
CTDI _{vol} (mGy)	如：15.4 mGy
DLP (mGy cm)	如：740 mGy cm
掃描模式	如：spiral mode
偵檢器組置設定	如：40 mm
檢查床速度	如：0.5 mm/s
螺距	如：0.989
濾片	如：body mode large filter
重組厚度	如：5 mm
是否有開 AEC	如：有

2.劑量模型建立(E)

電腦斷層檢查之劑量計算將使用 CT-expo 劑量模擬軟體，軟體介面使用請參考技術報告。使用 CT-expo 計算劑量的流程擬採用表六之腹部電腦斷層檢查的病例資料取樣參數以舉例說明之，詳細步驟為：

- (1)假體選擇 (Gender)：依據軟體提供之標準成人假體，選擇其性別，男性假體身高 170 cm，體重 70 kg；女性假體身高 160 cm，體重 60 kg；
- (2)掃描範圍 (Scan Range)：依據病患檢查部位進行模擬，以腹部電腦斷層為舉例，掃描範圍為橫膈膜至恥骨聯合；
- (3)選擇掃描設備與型號 (Scanner Model)：依據該醫院設備與型號，此軟體提供 7 大廠牌與不同型號做選擇；
- (4)選擇掃描模式 (Select mode)：依據該院掃描模式來選擇，此軟體提供 spiral mode 與 axial mode；
- (5)輸入病患劑量參數 (Scan Parameters)：其輸入收取病患參數，如表六所示，如管電壓、管電流、偵檢器組置設定、檢查床速度及重組厚度等，並與 $CTDI_{vol}$ (mGy)相符合；
- (6)最終得到該病患在執行某類檢查/治療後各器官之等價劑量及全身有效劑量數值，上述劑量值將依據 ICRP 60 號報告與 103 號報告的方式一併呈現於結果中。

ex:腹部電腦斷層造影，設備型號為 GE Revolution EVO (Large body)、管電壓 120 kV、管電流 100 mAs、偵檢器組置設定 40 mm、檢查床速度 39、重組厚度 5 mm 及 $CTDI_{vol}$ 9 mGy，男性單次接受 8.1 mSv (ICRP 60) 或 7.1 mSv (ICRP 103) 之全身有效劑量。

三、劑量結果(III)

1.各檢查序列之有效劑量(F)

有效劑量的計算將涉及檢查序列劑量計算、數據加權和集體有效劑量計算三步驟，具體步驟如下：

(1)有效劑量的計算將依據一家醫院之電腦斷層造影檢查的 17 筆檢查序列分別計算之並得到各序列之有效劑量的分佈，因劑量分佈並非呈現常態分佈（圖二），故將選用各檢查序列之單次有效劑量中位數（ d_{ijk} ）乘上該檢查序列平均掃描次數（ g_k ），為多次掃描有效劑量中位數（ d'_{ijk} ），以執行後續劑量計算（表七）。

$$d'_{ijk} = g_k d_{ijk} \quad (3)$$

(2)依據醫院各檢查序列的作業頻次（ f_{ijk} ）以加權各序列之有效劑量中位數並加總後得到對應之檢查項目的有效劑量值（ d'_{ij} ）（表八），則：

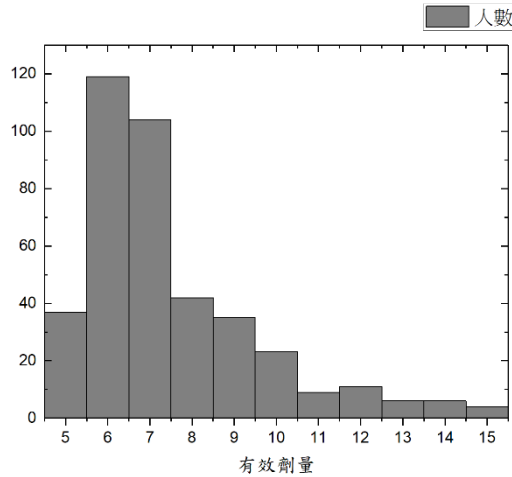
$$d'_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d'_{ijk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (4)$$

(3)依據取樣醫院電腦斷層造影檢查的頻次比例以加權得 11 個檢查項目的有效劑量（ d'_j ）（表九），則：

$$D'_j = \frac{\sum_i f_{ij} d'_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (5)$$

(4)11 個檢查項目的有效劑量分別乘上其於 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次（ F_j ）以獲得各檢查項目的集體有效劑量（ D_j ）（表十），則：

$$S = F_j D'_j \quad (6)$$



圖二、腹部電腦斷層有效劑量分佈（範例）

表七、A 醫院電腦斷層檢查序列之有效劑量中位數表（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	有效劑量 中位數 (mSv) (d'_{ijk})
1	頭部	Brain	1.5
		Sinus	0.7
		Facial Bones	1.2
		Temporal Bones	1.1
2	頸部	Neck	2.4
3	胸部	Chest (C)	8.2
		Lung	5.9
4	上腹部	ABD (A)	8.1
5	腹部(含骨盆腔)	ABD(A)+Pelvis (AP)	16.3
6	胸部與上腹部	Chest+Abdomen (CA)	10.8
7	胸部與腹部(含骨盆腔)	Chest+Abdomen+Pelvis (CAP)	22.1
8	骨盆	Pelvis(P)	7.5
9	下肢	下肢	3.5
10	脊椎	C-spine	1.8
		T-spine	7.2
		L-spine	4.1
11	心血管	心血管	20.1

2.劑量加權模式(G)

表八、A 醫院電腦斷層檢查序列的頻次比例與加權劑量（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	檢查頻次之年度總計(次/年) (f_{ijk})	檢查項目頻次比例(百分比)	檢查序列劑量 ($f_{ijk}d_{jk}$)	檢查項目劑量 (mSv) (d'_{ij})
1	頭部	Brain	3,464	78.6	1.2	1.4
		Sinus	279	6.3	0.0	
		Facial Bones	162	3.7	0.0	
		Temporal Bones	500	11.4	0.1	
2	頸部	Neck	4,137	100.0	2.4	2.4
3	胸部	Chest (C)	2744	50.0	3.0	7.1
		Lung	2744	50.0	4.1	
4	上腹部	ABD (A)	10,960	100.0	8.1	8.1
5	腹部 (含骨盆腔)	ABD(A)+Pelvis (AP)	19,036	100.0	16.3	16.3
6	胸部與上腹部	Chest+Abdomen (CA)	9,788	100.0	10.8	10.8
7	胸部與腹部 (含骨盆腔)	Chest+Abdomen+Pelvis (CAP)	869	100.0	22.1	22.1
8	骨盆	Pelvis(P)	1,158	100.0	7.5	7.5
9	下肢	下肢	218	100.0	3.5	3.5
10	脊椎	C-spine	82	52.0	1.0	3.2
		T-spine	16	10.0	0.7	
		L-spine	60	38.0	1.6	
11	心血管	心血管	1,131	100.0	20.1	20.1

表九、取樣醫院電腦斷層檢查項目頻次比例與有效劑量加權值（範例）

取樣醫院 (i)	檢查項目 頻次之比例（百分比）	檢查項目有效劑量 (D'_j)										
		頭部	頸部	胸部	上腹部	腹部 (含骨盆腔)	胸部 與上腹部	胸部 與腹部 (含骨盆腔)	骨盆	下肢	脊椎	心血管
A	檢查項目 劑量(mSv) (d'_{ij})	1.4	2.4	7.1	8.1	16.3	10.8	22.1	7.5	3.5	3.2	20.1
	檢查項目 頻次之年度總計 (次/年) (f_{ij})	4,405	4,137	5,488	10,960	19,036	9,788	869	1,158	218	158	1,131
	檢查項目 頻次之比例（百分比）	40.7	69.3	34.2	54.5	53.1	48.2	100.0	100.0	35.7	30.3	100.0
B	檢查項目 劑量(mSv) (d'_{ij})	1.3	3.2	5.8	11.3	18.5	14.6	20.2	NA	7.4	1.9	NA
	檢查項目 頻次之年度總計 (次/年) (f_{ij})	6428	1829	10537	9145	16781	10537	NA	NA	393	364	NA
	檢查項目 頻次之比例（百分比）	59.3	30.7	65.8	45.5	46.9	51.8	0.0	0.0	64.3	69.7	0.0
檢查項目有效劑量 (mSv) (D'_j)		1.4	2.6	6.2	9.5	17.3	12.8	22.1	7.5	6.0	2.3	20.1

表十、106 年度健保資料庫電腦斷層檢查項目頻次與檢查項目集體有效劑量（範例）

項次	檢查項目 (j)	健保資料庫 檢查項目年頻次 (人) (F_j')	醫療輻射 檢查項目年頻次* (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	頭部	708,885	801,040	1,121,456
2	頸部	121,198	136,954	356,080
3	胸部	308,296	348,374	2,159,922
4	上腹部	202,036	228,301	2,168,856
5	腹部(含骨盆腔)	428,730	484,465	8,381,243
6	胸部與上腹部	108,983	123,151	1,576,330
7	胸部與腹部(含骨盆腔)	19,303	21,812	482,054
8	骨盆	26,922	30,422	228,164
9	下肢	31,310	35,380	212,282
10	脊椎	40,909	46,227	106,322
11	心血管	23,032	26,026	523,126

*本欄的人次(F_j)=健保資料庫檢查項目年頻次(F_j') *轉換因子(1.13) ，是依據衛福部電腦斷層年頻次與健保資料庫年頻次之倍率進行轉換推估。

3.劑量評估(H)

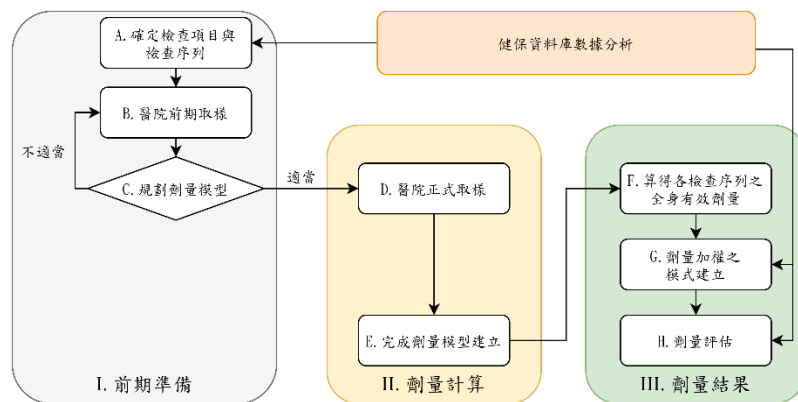
執行電腦斷層檢查之台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)為 11 個電腦斷層檢查項目分別乘上 106 年度執行該項檢查項目之年頻次 (F_j) 再除以當年度之台灣人口總數 (P) 以得之。且因電腦斷層檢查項目的有效劑量的計算為基於 NCRP 184 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年度總集體劑量 97.3%的 17 筆電腦斷層檢查序列，因此最終之台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)需除以 97.3%以修正之，故公式為：

$$\overline{D} = \frac{\sum_j S_j}{P} \div 0.973$$

貳、核子醫學

前言

本章節乃介紹核子醫學檢查的劑量計算流程，步驟為：（A）將健保資料庫之各項核子醫學檢查的年執行次數乘上各項檢查於 ICRP 106 號報告上之劑量轉換因子數值以初步估算核子醫學檢查的集體有效劑量，並最終確定所需計算的項目為佔總集體有效劑量 95.9% 的核子醫學檢查序列；（B）於 1 家醫院執行前期取樣，確保所抄錄之輻射參數能充分用以規劃劑量模型；（C）依據所抄錄之臨床輻射參數進行有效劑量的試算；（D）待完成項目 B 與項目 C 後，於取樣醫院執行正式取樣；（E）依據項目 D 所抄錄之臨床輻射參數建立各檢查序列的劑量計算模型；（F）進行劑量計算並獲得基於各家醫院之各項檢查序列之病患全身有效劑量數值；（F）根據所收錄之取樣醫院各檢查序列的輻射參數計算得到各自的有效劑量數值；（G）依據取樣醫院各檢查序列的作業頻次加權後得到基於取樣醫院的 12 個核子醫學檢查的有效劑量，再依據取樣醫院執行核子醫學檢查的頻次比例加權最終得到基於取樣醫院的 1 個有效劑量數值；（H）將項目 G 之有效劑量數值乘上 106 年度健保資料庫之核子醫學檢查總次數以獲得該類檢查之集體有效劑量，因項目 A 之檢查項目為佔總集體有效劑量 95.9% 以上檢查序列，因此集體有效劑量需除以 95.9% 以修正之，最後再除以 106 年台灣總人口數，以獲得核子醫學檢查之台灣國民平均年劑量估算值（圖三）。



圖三、國民醫療輻射劑量評估工作流程

一、前期準備(I)

1.確定檢查項目與檢查序列(A)

全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準之核子醫學檢查項目之健保代碼共計 70 筆序列，將健保資料庫之各項檢查序列的年執行次數乘上各序列於 ICRP 106 號報告上之劑量轉換因子數值以初步估算核子醫學檢查的集體有效劑量。其中全身骨骼掃描-Tc-99m（健保代碼 26076B）在 106 年的頻次為 116,389，其估算之集體有效劑量在 70 筆序列中第三高，惟其申報條件為限施行全身骨骼掃描時，Tc-99m 全球缺貨取得成本增加時合併申報，為避免重複計算相同的檢查之頻次，故將此序列自欲計算的項目中排除。最終確定所需計算的項目為佔總集體有效劑量 95.9%的核子醫學檢查序列共 12 筆（表十一）。

表十一、106 年健保資料庫 12 筆核子醫學檢查序列之頻次及其對應健保代碼與中英文檢查名稱（按檢查頻次排序）

健保代碼	中文名稱	英文名稱	頻次
26025B	壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描	Stress & redistribution myocardial perfusion study with SPECT	161,813
26029B	全身骨骼掃描	Whole body bone scan	138,871
26072B	正子造影 - 全身	PET - whole body	34,743
26031B	全身炎症掃描	Whole body inflammation scan	11,889
26045B	心室搏出分率及心室壁活動測定	Ventricular ejection fraction measurement & wall motion study	10,758
26051B	唾液腺閃爍攝影	Sialoscintigraphy	7,740
26012B	碘-131 癌症追蹤檢查	I-131 cancer work-up	6,278
26030B	全身腫瘤掃描	Whole body tumor scan	5,889
26047B	靜態核醫心臟功能檢查	Resting cardiac function study	4,718
26050B	動態腎/泌尿功能測定	Dynamic renal/urinary function study	5,886
26004B	鎝-99m 甲狀腺掃描	Tc-99m thyroid scan	3,693
26055B	副甲狀腺掃描	Parathyroid scan	2,899

依據健保資料庫數據與實際收錄臨床輻射參數的狀況將重新分類 12 筆核子醫學檢查序列至 6 個檢查項目：包含壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描、全身骨骼掃描、全身炎症掃描、心室搏出分率及心室壁活動測定、正子造影 - 全身及其他（表十二）。

表十二、核子醫學檢查分類

項次	檢查項目(j)	健保代碼	檢查序列(k) 名稱	檢 查 序 列 年頻次	檢 查 項 目 年頻次 (F _j)
1	壓力與重分佈心肌斷層 灌注掃描	26025B	壓力與重分佈心肌斷層 灌注掃描	161,813	161,813
2	全身骨骼掃描	26029B	全身骨骼掃描	138,871	138,871
3	全身炎症掃描	26031B	全身炎症掃描	11,889	11,889
4	心室搏出分率及心室壁 活動測定	26045B	心室搏出分率及心室壁 活動測定	10,758	10,758
5	正子造影 - 全身	26072B	正子造影 - 全身	34,743	34,743
6	其他	26051B	唾液閃爍攝影	7,740	37,103
		26012B	碘-131 癌症追蹤檢查	6,278	
		26050B	動態腎/泌尿功能測定	5,886	
		26004B	鎝-99m 甲狀腺掃描	3,693	
		26055B	副甲狀腺掃描	2,899	
		26030B	全身腫瘤掃描	5,889	
		26047B	靜態核醫心臟功能檢查	4,718	

2.醫院前期取樣(B)

核子醫學檢查的有效劑量將使用劑量轉換因子以評估之，醫院前期取樣乃針對決定劑量轉換因子的相關資料進行取樣以確保所抄錄之數據能完整執行檢查序列有效劑量的計算流程，在確定所需取樣的數據項目（表十六、表十七）後即開始醫院正式取樣。

3.規劃劑量模型(C)

核子醫學檢查的有效劑量將使用劑量轉換因子以評估之，規劃劑量模型乃針對醫院前期取樣的數據以執行檢查序列的有效劑量試算，確保「2.醫院前期取樣(B)」所確定之取樣項目能正確算出對應檢查序列的有效劑量，並依序建立 6 個檢查項目之 12 個檢查序列的初步劑量模型以測試「一、前期準備(I)」系統的可執行性。

二、核子醫學檢查劑量計算(II)

1. 醫院正式取樣(D)

在醫院正式取樣中，需記錄四大類資料，分別為醫院基本資料、輻射醫療設備資訊、檢查項目與檢查序列、取樣病人之照射參數，以下分述之：（1）醫院名稱、分級以及設備數量(表十三)；（2）院內設備之相關資訊(表十四)；（3）院內各項檢查序列之頻次(表十五)；（4）檢查資訊與輻射參數(表十六、表十七)，上述表格將用以建立劑量模型。

表十三、醫院基本資料（範例）

基本資料項目	範例	目的
醫院名稱	台北 XX 醫院	目標醫院的選取需具備代表性
醫院分級	醫學中心	考慮地域性與醫院等級，故選取分布台灣北、中、南、東各地的基層診所、地區醫院、區域醫院、醫學中心，如此目標醫院的分布包括全台各地且不同層級醫院，則取樣資料與數據才具備說服力。
設備台數	2 台核子醫學機器	了解醫院設備數量以利設備加權計算使用。

表十四、設備相關資訊（範例）

設備資料項目	範例
設備廠牌	Siemens
設備型號	Artis Zee Biplane
登記字號	登設字 12345 號
設備序號	12345
裝機年份	108 年
設置部門	醫學大樓 2 樓核子醫學部

表十五、醫院之核子醫學檢查記錄表（範例）

檢查項目	檢查序列(醫院簡稱)	檢查頻次 (次/年)
壓力與重分佈心肌斷層 灌注掃描	Stress & redistribution	483
全身骨骼掃描	Whole body bone scan	357
全身炎症掃描	Whole body inflammation scan+SPECT	0
心室搏出分率及心室壁 活動測定	Ventricular ejection fraction measurement & wall motion study	0
正子造影 - 全身	PET	116
其他	Tc-99m Sialoscintigraphy	21
	I-131 cancer work up	1
	Dynamic renal/urinary function study	0
	Tc-99m Thyroid scan	3
	Parathyroid scan	19
	Whole body tumor	0
	Resting cardiac function	7

表十六、檢查資料取樣表格（以 Stress & redistribution 舉例說明）

記錄項目	記錄範例
檢查日期	108 年 12 月 31 日
檢查項目	Stress & redistribution
性別	男性
年齡	30 歲
身高	168.82 cm
體重	70.70 kg
藥物	Tl-201
活度	2mCi

表十七、檢查資料取樣表格（以正子造影 - 全身舉例說明）

記錄項目	記錄範例
檢查日期	108 年 12 月 31 日
檢查項目	正子造影 - 全身
掃描範圍	頭部至膀胱
性別	男性
年齡	30 歲
身高	170 cm
體重	70 kg
設備名稱	廠牌 GE 型號 12345 設備
管電壓	120 kV
管電流	100 mAs
CTDI _{vol} (mGy)	5.5 mGy
DLP (mGy cm)	462.4 mGy cm
掃描模式	spiral mode
偵檢器組置設定	40 mm
檢查床速度	0.5 mm/s
螺距	0.989
濾片	body mode large filter
重組厚度	2.5 mm
是否有開 AEC	有

2.劑量模型建立(E)

核子醫學檢查之劑量計算使用劑量轉換因子建立劑量模型。劑量轉換因子表示特定藥物在單位活度下對人體全身之有效劑量，本報告參考 NCRP 184 號報告評估美國國民劑量之經驗，採用 ICRP 103 號報告的劑量轉換因子的數值進行計算，步驟如下：

(1)SPECT 劑量計算

- (a)選擇藥物活度：依據該醫院給予病患的藥物活度，同一檢查序列若有不同的活度，則以各活度之頻次加權得到在該檢查序列下此藥物的活度。
- (b)選擇劑量轉換因子：依據該檢查序列所使用之藥物自 ICRP 103 號報告決定劑量轉換因子。
- (c)最後以加權後之藥物活度與劑量轉換因子計得單次檢查後人體全身之有效劑量。

此檢查序列在 a 醫院中各個活度之頻次如表十八所示，活度加權方式如下：

$$\bar{A} = \frac{\sum fA}{\sum f} \quad (1)$$

得到此檢查序列在一醫院之藥物活度為 2.58mCi。此檢查序列使用 Tl-201 作為藥物，對應的劑量轉換因子為 0.14mSv/MBq，得到病患在此醫院進行單次 Stress & redistribution 檢查接受 13.36mSv 之全身有效劑量。

表十八：檢查序列藥物活度之頻次(以 Stress & redistribution 舉例說明)

藥物活度(mCi)	頻次
2	29
2.5	376
3	61
3.5	7
4	10

(2)PET/CT 劑量計算

正子造影 - 全身包含正子造影檢查與電腦斷層造影檢查，正子造影檢查之劑量計算方式與 SPECT 劑量計算相同，電腦斷層造影檢查之劑量計算使用 CT-expo 劑量模擬軟體。使用 CT-expo 計算劑量的流程擬採用表十七的病例資料取樣參數以舉例說明之，詳細步驟為：

- (a)假體選擇 (Gender)：依據軟體提供之標準成人假體，選擇其性別，男性假體身高 170 cm，體重 70 kg；女性假體身高 160 cm，體重 60 kg；
- (b)掃描範圍 (Scan Range)：依據病患檢查部位進行模擬；
- (c)選擇掃描設備與型號 (Scanner Model)：依據該醫院設備與型號，此軟體提供 7 大廠牌與不同型號做選擇；
- (d)選擇掃描模式 (Select mode)：依據該院掃描模式來選擇，此軟體提供 spiral mode 與 axial mode；
- (e)輸入病患劑量參數 (Scan Parameters)：其輸入收取病患參數，如表六所示，如管電壓、管電流、偵檢器組置設定、檢查床速度及重組厚度等，並與 $CTDI_{vol}$ (mGy)相符合；
- (f)最終得到該病患在執行某類檢查/治療後各器官之等價劑量及全身有效劑量數值。

ex:正子全身造影，設備型號為 GE Discovery NM630、管電壓 120 kV、管電流 100 mAs、偵檢器組置設定 40 mm、檢查床速度 39.4、重組厚度 5 mm 及 $CTDI_{vol}$ 9 mGy，男性單次接受 4.6 mSv (ICRP 103) 之全身有效劑量。此劑量將與正子造影檢查劑量加總作為正子造影－全身的檢查項目劑量。

三、劑量結果(III)

1.各檢查序列之有效劑量(F)

有效劑量的計算將涉及檢查序列劑量計算、數據加權和集體劑量計算三步驟，具體步驟如下：

(1)有效劑量的計算將依據一家醫院之核子醫學檢查的 12 筆檢查序列，分別按照劑量模型計算之並得到各序列之有效劑量(d_{jk})。正子造影－全身包含電腦斷層造影檢查，而其劑量分佈並非呈現常態分佈(圖四)故將選用各檢查序列之單次有效劑量中位數(d_{jk})，並以計算結果執行後續劑量計算(表十九)。

(2)依據醫院各檢查序列的作業頻次(f_{ijk})以加權各序列之有效劑量並加總後得到對應之檢查項目的有效劑量值(d_{ij}) (表二十)，則：

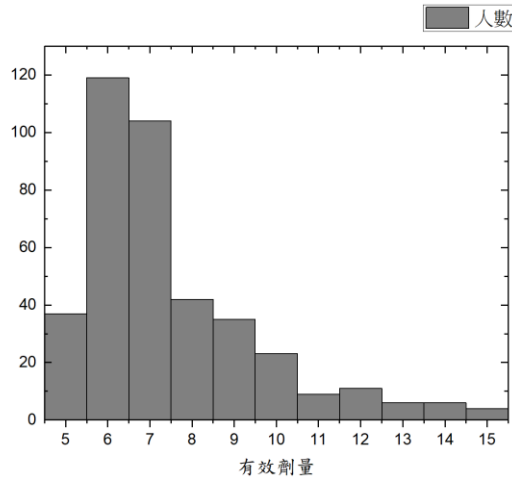
$$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (2)$$

(3)依據取樣醫院核子醫學檢查項目的頻次比例以加權得到 9 個檢查項目的有效劑量(D_j) (表二十一)，則：

$$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (3)$$

(4)將 6 個檢查項目的有效劑量分別乘上其於 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次(F_j)以獲得各檢查項目的集體有效劑量(S_j) (表二十二)，則：

$$S_j = F_j D_j \quad (4)$$



圖四、正子造影－全身有效劑量分佈（範例）

表十九、a 醫院核子醫學檢查序列之有效劑量表（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	有效劑量(mSv)
1	壓力與重分佈心肌斷層 灌注掃描	壓力與重分佈心肌斷層 灌注掃描	10.4
2	全身骨骼掃描	全身骨骼掃描	5.3
3	全身炎症掃描	全身炎症掃描	11.1
4	心室搏出分率及心室壁 活動測定	心室搏出分率及心室壁 活動測定	3.7
5	正子造影 - 全身	正子造影 - 全身	7.0
6	其他	唾液腺閃爍攝影	3.4
		碘-131 癌症追蹤檢查	4.6
		動態腎/泌尿功能測定	2.6
		鎝-99m 甲狀腺掃描	3.2
		副甲狀腺掃描	15.5
		全身腫瘤掃描	18.3
		靜態核醫心臟功能檢查	14.4

2.劑量加權模式(G)

表二十、A 醫院核子醫學檢查序列的頻次比例與加權劑量（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	檢查頻次之 年度總計 (次/年)	檢查項目 頻次比例 (百分比)	檢查序列劑量 (mSv)	檢查項目劑量 (mSv)
1	壓力與重分佈 心肌斷層灌注 掃描	壓力與重分佈 心肌斷層灌注 掃描	483	100.0	10.4	10.4
2	全身骨骼掃描	全身骨骼掃描	357	100.0	5.3	5.3
3	全身炎症掃描	全身炎症掃描	0	100.0	11.1	0
4	心室搏出分率 及心室壁活動 測定	心室搏出分率 及心室壁活動 測定	0	100.0	3.7	0
5	正子造影 - 全 身	正子造影 - 全 身	116	100.0	7.0	7.0
6	其他	唾液腺閃爍攝影	21	41.2	3.4	9.4
		碘-131 癌症追 蹤檢查	1	2.0	4.6	
		動態腎/泌尿功 能測定	0	0	2.6	
		鎂-99m 甲狀腺 掃描	3	5.9	3.2	
		副甲狀腺掃描	19	37.3	15.5	
		全身腫瘤掃描	0	0	18.3	
		靜態核醫心臟 功能檢查	7	13.7	14.4	

表二十一、取樣醫院核子醫學檢查項目頻次比例與有效劑量加權值（範例）

取樣醫院 (i)	劑量數據與頻次數據	檢查項目					
		斷層灌注掃描	壓力與重分佈心肌	全身骨骼掃描	全身炎症掃描	室壁活動測定 心室搏出分率及心	正子造影－全身 其他
A	檢查項目劑量(mSv)	10.4	5.2	11.1	0	7.0	9.4
	檢查項目頻次之年度總計 (次/年)	483	357	0	0	116	25
	檢查項目頻次之比例(百分比)	48.3	71.4	0	0	77.3	73.5
B	檢查項目劑量(mSv)	9.8	4.9	11.1	2.1	7.3	4.1
	檢查項目頻次之年度總計 (次/年)	517	143	48	3	34	9
	檢查項目頻次之比例(百分比)	51.7	28.6	100.0	100.0	22.7	26.5
檢查項目有效劑量(mSv)		10.1	5.1	11.1	2.1	7.1	9.3

表二十二、106 年度健保資料庫核子醫學檢查項目頻次與檢查項目集體有效劑量（範例）

項次	檢查項目	醫療輻射 檢查項目年頻次 (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	壓力與重分佈心肌斷層灌注掃描	161,813	1,634,311.3
2	全身骨骼掃描	138,871	708,242.1
3	全身炎症掃描	11,889	131,967.9
4	心室搏出分率及心室壁活動測定	10,758	22,591.8
5	正子造影 - 全身	34,743	449,227.3
6	其他	37103	302050.7

3.劑量評估(H)

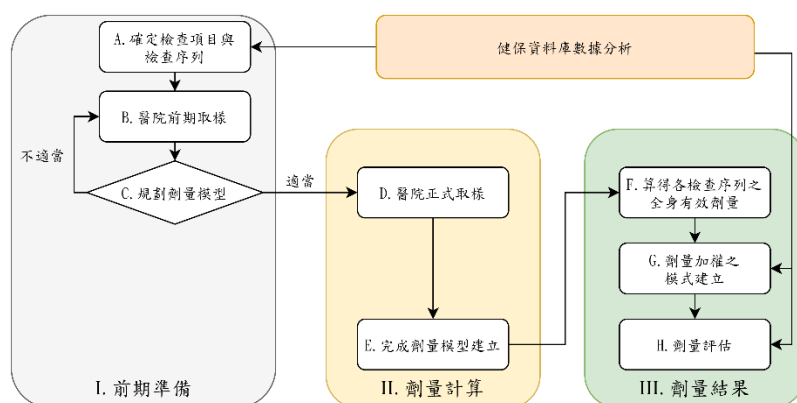
執行核子醫學檢查之台灣國民平均年劑量 $\overline{D}$ 為 6 個核子醫學檢查項目分別乘上 106 年度執行該項檢查項目之年頻次 (F_j) 再除以當年度之台灣人口總數 (P) 以得之。且因核子醫學檢查項目的有效劑量的計算為基於 ICRP 103 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年度總集體劑量 95.9%的 12 筆核子醫學檢查序列，因此最終之台灣國民平均年劑量 $\overline{D}$ 需除以 95.9%以修正之，故公式為：

$$\bar{D} = \frac{\sum_j S_j}{P} \div 0.959$$

參、一般傳統 X 光

前言

本章節乃介紹一般傳統 X 光檢查的劑量計算流程，步驟為：（A）將健保資料庫之各項一般傳統 X 光攝影檢查取出，並將各個健保代碼依照檢查之身體部位進行分類；（B）於 1 家醫院執行前期取樣，確保所抄錄之輻射參數能充分用以規劃劑量模型；（C）依據所抄錄之臨床輻射參數使用 PCXMC 進行有效劑量的試算；（D）待完成項目 B 與項目 C 後，於各家醫院執行正式取樣；（E）依據項目 D 所抄錄之臨床輻射參數建立各檢查序列的劑量計算模型；（F）使用 PCXMC 進行劑量計算並獲得基於各家醫院之各項檢查序列之病患全身有效劑量數值；（F）根據所收錄之各家醫院各檢查序列的輻射參數計算得到各自的有效劑量數值範圍；（G）依據各家醫院各檢查序列的作業頻次與作業機器比例加權項目 F 之有效劑量中位數並加總後得到基於各家醫院的各一般傳統 X 光攝影檢查的有效劑量，再依據各家醫院執行一般傳統 X 光攝影檢查的頻次比例加權最終得到基於各家醫院的 1 個有效劑量數值；（H）將項目 G 之有效劑量數值乘上 106 年度健保資料庫之一般傳統 X 光檢查總次數以獲得該類檢查之集體有效劑量，最後再除以 106 年台灣總人口數，以獲得一般傳統 X 光檢查之台灣國民平均年劑量估算值（圖五）。



圖五、國民醫療輻射劑量評估工作流程

一、前期準備(I)

1.確定檢查項目與檢查序列(A)

全民保險醫療服務給付項目及支付標準之一般傳統 X 光攝影檢查項目之健保代碼共計 25 筆序列，將健保資料庫之各項檢查序列進行檢查之身體部位進行分類，並最終確定表二十三中所列出之 25 筆序列。

表二十三、106 年健保資料庫 25 筆一般傳統 X 光攝影檢查序列之頻次及其對應健保代碼與中英文檢查名稱（按檢查頻次排序）

健保代碼	中文名稱	英文名稱	檢查頻次
32009C	頭顱檢查（包括各種角度部位之頭顱檢查）	Skull film (including each view of skull film)	374,436
32010C	頭顱檢查（包括各種角度部位之頭顱檢查）	Skull film (including each view of skull film)	238,879
32001C	胸腔檢查（包括各種角度部位之胸腔檢查）	Chest view (including each view of chest film)	8,290,654
32002C	胸腔檢查（包括各種角度部位之胸腔檢查）	Chest view (including each view of chest film)	505,471
32003C	胸腔後前位及兩側斜位檢查（鋇餐）	Chest P - A and both oblique view (with barium meal)	879
32004C	胸鎖關節檢查，單側	Sternoclavicular joint; one side	12,675
32005C	胸鎖關節檢查，雙側	Sternoclavicular joint; both side	1,994
32013C	肩部骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of shoulder (including each view of shoulder film)	574,470
32014C	肩部骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of shoulder (including each view of shoulder film)	431,562
32007C	腹部檢查（包括各種姿勢之腹部檢查）	Plain abdomen (including each position of plain abdomen)	393,916
32008C	腹部檢查（包括各種姿勢之腹部檢查）	Plain abdomen (including each position of plain abdomen)	10,243
32022C	骨盆及髖關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of pelvis and hip joint (including each side)	609,676
32023C	骨盆及髖關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of pelvis and hip joint (including each side)	290,792
32024C	骨盆測量術	Pelvimetry	284

健保 代碼	中文名稱	英文名稱	檢查頻次
32006C	腎臟、輸尿管、膀胱檢查	K.U.B. examination	2,303,997
32011C	脊椎檢查（包括各種角度部位之頸椎、胸椎、腰椎、薦椎、尾骨及薦髂關節等之檢查）	Spine view (including each view of cervical spine, thoracic spine, lumbar spine, sacrum, coccyx and sacroiliac joint test)	2,602,368
32012C	脊椎檢查（包括各種角度部位之頸椎、胸椎、腰椎、薦椎、尾骨及薦髂關節等之檢查）	Spine view (including each view of cervical spine, thoracic spine, lumbar spine, sacrum, coccyx and sacroiliac joint test)	2,499,280
32015C	上肢骨各處骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of upper extremities (including each view of film)	1,349,088
32016C	上肢骨各處骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of upper extremities (including each view of film)	1,350,542
32017C	下肢骨各處骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of lower extremities (including each view of film)	2,530,634
32018C	下肢骨各處骨頭及關節檢查（包括各種角度與部位之檢查）	View of bone and joint of lower extremities (including each view of film)	3,061,067
32021B	長骨普查攝影	Long bone survey	8,741
32019C	關節測量術	Scanography	15,826
32020C	分層關節測量術	Split scanography	21,857
32025B	骨骼關節之壓抑攝影術	Stress view of bone joint	3,073

依據檢查之身體部位將重新分類 25 筆一般傳統 X 光攝影檢查序列至 7 個檢查項目：包含頭頸部、胸肩部、腹部(含骨盆腔)、腎臟-輸尿管-膀胱、脊椎、四肢及其他項（表二十四）。

表二十四、一般傳統 X 光攝影檢查分類

項次	檢查項目	健保代碼	頻次	小計	檢查序列
1	頭頸部	32009C	374,436	8,683,809	顱骨正向與側向攝影 (Skull anterior-posterior + lateral)
		32010C	238,879		柯特威耳顱骨像 (Caldwell)
					瓦特氏顱骨像 (Waters)
					頸部正向與側向攝影 (Neck anterior-posterior + lateral)
2	胸肩部	32001C	8,290,654	9,817,705	胸腔後前站姿攝影 (Chest standing posterior-anterior)
		32002C	505,471		胸腔前後躺姿攝影 (Chest supine anterior-posterior)
		32003C	879		胸腔左右側向攝影 (Chest lateral right + left)
		32004C	12,675		胸腔左右斜向攝影 (Chest oblique right + left)
		32005C	1,994		肺尖攝影 (Lordotic)
		32013C	574,470		左右肩部攝影 (Shoulder right + left + both)
		32014C	431,562		
3	腹部(含骨盆腔)	32007C	393,916	1,304,911	腹部站姿/躺姿攝影 (Abdomen standing / supine)
		32008C	10,243		腹部左側臥位攝影 (Abdomen decubitus left)
		32022C	609,676		骨盆攝影 (Pelvis)
		32023C	290,792		左右髖骨攝影 (Hip right + left)
		32024C	284		
4	腎臟-輸尿管-膀胱	32006C	2,303,997	2,303,997	腎臟輸尿管膀胱攝影 (Kidney-ureter-bladder)

項次	檢查項目	健保代碼	頻次	小計	檢查序列
5	脊椎	32011C	2,602,368	5,101,648	頸椎正向攝影 (Cervical spine anterior-posterior)
		32012C	2,499,280		頸椎側向與彎曲伸展攝影 (Cervical spine lateral / flexion / extension)
					胸椎正向與側向攝影 (Thoracic spine anterior-posterior + lateral)
					胸腰椎正向與側向攝影 (Thoracic-lumbar spine anterior-posterior + lateral)
					腰椎正向與側向攝影 (Lumbar spine anterior-posterior + lateral)
					腰薦椎正向與側向攝影 (Lumbar-sacrum spine anterior-posterior + lateral)
					薦尾椎正向與側向攝影 (Sacrum-coccyx spine anterior-posterior + lateral)
					全脊椎正向與側向攝影 (Whole spine anterior-posterior + lateral)
6	四肢	32015C	1,349,088	8,300,072	左右肱骨攝影 (Humerus right + left)
		32016C	1,350,542		左右前臂攝影 (Forearm right + left)
		32017C	2,530,634		左右手掌攝影 (Hand right + left)
		32018C	3,061,067		骨齡檢查 (Bone age)
		32021B	8,741		左右髌骨攝影 (Patella right + left)
					左右足部攝影 (Foot right + left)
					左右小腿攝影 (Lower leg right + left)
					左右股骨攝影 (Femur right + left)

項次	檢查項目	健保代碼	頻次	小計	檢查序列
7	其他項	32019C	15,826	40,756	左右肘關節攝影 (Elbow right + left)
		32020C	21,857		左右腕關節攝影 (Wrist right + left)
		32025B	3,073		左右膝關節攝影 (Knee right + left)
					左右踝關節攝影 (Ankle right + left)

2.醫院前期取樣(B)

一般傳統 X 光攝影檢查的有效劑量將使用 PCXMC 劑量軟體以評估之，醫院前期取樣乃針對劑量軟體計算過程中所涉及的輻射參數進行取樣以確保所抄錄之數據能完整執行檢查序列有效劑量的計算流程，在確定所需取樣的數據項目（表二十八）後即開始醫院正式取樣。

3.規劃劑量模型(C)

一般傳統 X 光攝影檢查的有效劑量將使用 PCXMC 劑量軟體以評估之，規劃劑量模型乃針對醫院前期取樣的數據以執行檢查序列的有效劑量試算，確保「2.醫院前期取樣(B)」所確定之取樣項目能正確算出對應檢查序列的有效劑量，並依序建立 7 個檢查項目之 35 個檢查序列的初步劑量模型以測試「一、前期準備(I)」系統的可執行性。

二、一般傳統 X 光檢查劑量計算(II)

1.醫院正式取樣(D)

在醫院正式取樣中，需記錄四大類資料，分別為醫院基本資料、輻射醫療設備資訊、檢查項目與檢查序列、取樣病人之照射參數，以下分述之：（1）醫院名稱、分級以及設備數量(表二十五)；（2）院內設備之相關資訊(二十六)；（3）院內各項檢查序列之頻次(表二十七)；（4）檢查資訊與輻射參數(表二十八)，上述表格將用以建立劑量模型。

表二十五、醫院基本資料（範例）

基本資料項目	範例	目的
醫院名稱	台北 XX 醫院	目標醫院的選取需具備代表性
醫院分級	醫學中心	考慮地域性與醫院等級，故選取分布台灣北、中、南、東各地的基層診所、地區醫院、區域醫院、醫學中心，如此目標醫院的分布包括全台各地且不同層級醫院，則取樣資料與數據才具備說服力。
設備台數	2 台一般 X 光機	了解醫院設備數量以利設備加權計算使用。

表二十六、設備相關資訊（範例）

設備資料項目	範例
設備廠牌	Siemens
設備型號	Ysio Max
登記字號	登設字 12345 號
設備序號	12345
裝機年份	108 年
設置部門	醫學大樓 1 樓放射線部

表二十七、醫院之一般傳統 X 光攝影檢查記錄表（範例）

檢查項目	檢查序列 (醫院簡稱)	檢查頻次(次/年)
頭頸部	Skull AP + Lat	100
	Caldwell	50
	Waters	800
	Neck AP + Lat	200
胸肩部	Chest PA standing	90000
	Chest AP supine	20000
	Chest Lat R + L	1500
	Chest obl R + L	500
	Lordotic	200
	Shoulder R + L + both	2500
腹部(含骨盆腔)	Abd standing / supine	5000
	Abd decubitus L	200
	Pelvis	4000
	Hip R + L	500
腎臟-輸尿管-膀胱	KUB	22000
脊椎	C spine AP	3000
	C spine lat / flex / ext	1000
	T spine AP + Lat	1000
	TL spine AP + Lat	50
	L spine AP + Lat	9000
	LS spine AP + Lat	1500
	SC spine AP + Lat	50
	Whole spine AP + Lat	100

檢查項目	檢查序列 (醫院簡稱)	檢查頻次 (次/年)
四肢	Humerus R + L	500
	Forearm R + L	500
	Hand R + L	2000
	Bone age	1500
	Patella R + L	1000
	Foot R + L	2000
	Lower leg R + L	1000
	Femur R + L	1000
其他項	Elbow R + L	1500
	Wrist R + L	2000
	Knee R + L	5000
	Ankle R + L	2000

表二十八、檢查資料取樣表格 (以 Chest PA standing 舉例說明)

記錄項目	記錄範例
檢查日期	108 年 12 月 31 日
檢查項目	Chest PA standing
性別	男性
年齡	30 歲
身高	168.8 cm
體重	70.7 kg
設備名稱	廠牌 Siemens 中的型號 Ysio Max 設備
劑量面積乘積 DAP (Dose Area Product)	190.90 mGycm ²
影像照野 FOV (field of view)	35*35 cm ²
射源與影像接收器間的距離 SID (source to image receptor distance)	180 cm
管電壓 kV	118 kV
管球 Tube 角度	PA (posteroanterior) projection
濾片 filter	1.5mm Al 和 0.1mm Cu

2.劑量模型建立(E)

一般傳統 X 光攝影檢查之劑量計算將使用 PCXMC 劑量軟體，軟體介面使用請參考技術報告。使用 PCXMC 計算劑量的流程擬採用表六之 Chest PA standing 的病例資料取樣參數以舉例說明之，詳細步驟為：

- (1)假體參數 (Phantom data)：依據病例資料取樣表格之病患年齡、身高和體重數據填寫之。則所需輸入之假體年紀 (age) 為「成人 (adult)」，假體身高 (Phantom height) 和假體重量 (Phantom mass) 男性假體分別為 168.82 cm 和 70.70 kg，女性假體分別為 157.40 cm 和 58.28 kg，因 Chest PA standing 之檢查部位不涉及雙手，故可取消勾選「假體包含雙手 (arms in phantom)」；
- (2)X 光射束的幾何參數 (Geometry data for the x-ray beam)：輸入檢查/治療所使用之 X 光投射角度 (projection angle) 和所採用之頭-腳向角度 (cranio-caudal angle)，再於假體上點選該檢查/治療的目標器官所在區域以確定 X 光射束聚焦於假體聚焦的中心點坐標 (Xref、Yref、Zref)。則所需輸入之 X 光投射角度為 90 度，頭-腳向角度為 0 度，中心點坐標為肺部所在位置；
- (3)照野大小計算器 (Field size calculator)：輸入檢查/治療所使用之 X 光焦斑-影像接收器間距 (FID) 與影像寬度 (image width) 和影像高度 (image height) 並點選計算 (calculator) 之，將得到 PCXMC 計算之射源-體表間距 (FSD) 即對應之射束大小 (beam width、beam height)，爾後點選使用此數據 (use this data)，其將自動帶入「X 光射束的幾何參數」欄位以執行後續計算。則所需輸入之 FID 為 110 cm，影像寬度和影像高度即為 24 cm，其餘參數使用 PCXMC 之內建參數；
- (4)X 光能譜計算 (calculation of X-ray spectrum)：依次輸入檢查/治療所使用的 X 光管電壓 (X-ray tube potential)、產生 X 光所使用的陽極靶角度 (X-ray tube Anode Angle)、X 光濾片 (filter) 的材質 (material) 和其厚度 (thickness)。則所需輸入之 X 光管電壓為 85 kV，陽極靶角度為 12 度，濾片分別為 1.5 mm 的鋁和 0.1 mm 的銅；
- (5)病患輸入劑量 (Patient input dose)：在輸入劑量數值 (input dose value) 和輸入劑量單位 (Input dose quantity and unit) 中，依據實際檢查/治療的劑量面積乘積 (Dose-Area Product, DAP) 輸入之。則所需輸入之 DAP 為 190.90 mGycm²
- (6)最終得到該病患在執行某類檢查/治療後各器官之等價劑量及全身有效劑量數值，上述劑量值將依據 ICRP 60 號報告與 103 號報告的方式一併呈現於結果中。則在執行 Chest PA standing 後該病患將接受 3.13 mSv (ICRP 60) 或 2.97 mSv (ICRP 103) 之全身有效劑量。

三、劑量結果(III)

1.各檢查序列之有效劑量(F)

有效劑量的計算將涉及檢查序列劑量計算、數據加權和集體劑量計算三步驟，具體步驟如下：

(1)有效劑量的計算將依據一家醫院之一般傳統 X 光攝影檢查的 35 筆檢查序列分別計算之並得到各序列之有效劑量的分佈，因劑量分佈並非呈現常態分佈（圖六），若選用檢查序列之有效劑量平均值將有低估或高估該檢查序列有效劑量之虞，故將選用各檢查序列之有效劑量中位數（ d_{jk} ）以執行後續劑量計算（表二十九）。

(2)依據醫院各檢查序列的作業頻次（ f_{ijk} ）以加權各序列之有效劑量中位數並加總後得到對應之檢查項目的有效劑量值（ d_{ij} ）（表三十），則：

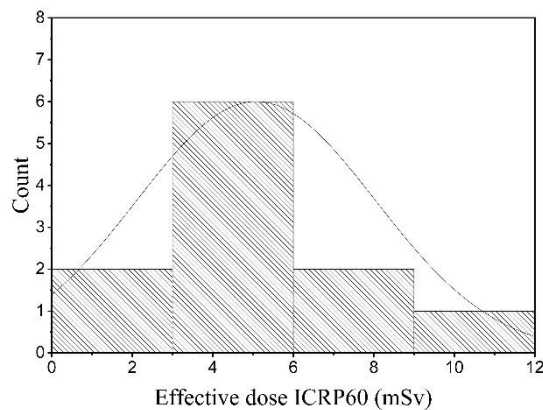
$$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (3)$$

(3)依據取樣醫院一般傳統 X 光攝影檢查項目的頻次比例以加權得到該檢查項目的有效劑量（ D_j ）（表三十一），則：

$$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (4)$$

(4)將 7 個檢查項目的有效劑量分別乘上其於 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次（ F_j ）以獲得各檢查項目的集體有效劑量（ S ）（表三十二），則：

$$S = F_j D_j (5)$$



圖六、Chest PA standing 有效劑量分佈

表二十九、A 醫院一般傳統 X 光攝影檢查序列之有效劑量中位數表（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	有效劑量中位數 (mSv) (d_{jk})
1	頭頸部	Skull AP + Lat	0.1
		Caldwell	0.05
		Waters	0.05
		Neck AP + Lat	0.1
2	胸肩部	Chest PA standing	0.5
		Chest AP supine	0.5
		Chest Lat R + L	0.8
		Chest obl R + L	0.8
		Lordotic	0.5
		Shoulder R + L + both	0.8
3	腹部(含骨盆腔)	Abd standing / supine	0.8
		Abd decubitus L	0.8
		Pelvis	1.0
		Hip R + L	1.0
4	腎臟-輸尿管-膀胱	KUB	0.8
5	脊椎	C spine AP	0.7
		C spine lat / flex / ext	0.7
		T spine AP + Lat	0.8
		TL spine AP + Lat	0.8
		L spine AP + Lat	0.9
		LS spine AP + Lat	0.9
		SC spine AP + Lat	1.0
		Whole spine AP + Lat	1.5
6	四肢	Humerus R + L	0.2
		Forearm R + L	0.1
		Hand R + L	0.05
		Bone age	0.05
		Patella R + L	0.05
		Foot R + L	0.05
		Lower leg R + L	0.1
		Femur R + L	0.2

項次	檢查項目	檢查序列名稱	有效劑量中位數 (mSv) (d_{jk})
7	其他項	Elbow R + L	0.2
		Wrist R + L	0.2
		Knee R + L	0.2
		Ankle R + L	0.2

2.劑量加權模式(G)

表三十、A 醫院一般傳統 X 光攝影檢查序列的頻次比例與加權劑量（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	檢查頻次 之年度總 計（次/ 年） (f_{ijk})	檢查項目 頻次比例 （百分 比）	檢查序列 劑量 (mSv) ($f_{ijk}d_{jk}$)	檢查項目 劑量(mSv) (d_{ij})
1	頭部	Skull AP + Lat	100	8.6	0.1	0.3
		Caldwell	50	4.3	0.05	
		Waters	800	69.6	0.05	
		Neck AP + Lat	200	17.4	0.1	
2	胸部	Chest PA standing	90000	78.5	0.5	3.9
		Chest AP supine	20000	17.4	0.5	
		Chest Lat R + L	1500	1.3	0.8	
		Chest obl R + L	500	0.4	0.8	
		Lordotic	200	0.2	0.5	
		Shoulder R + L + both	2500	2.2	0.8	
3	腹部(含骨盆腔)	Abd standing / supine	5000	51.6	0.8	3.6
		Abd decubitus L	200	2.1	0.8	
		Pelvis	4000	41.2	1.0	
		Hip R + L	500	5.2	1.0	
4	腎臟-輸尿管-膀胱	KUB	22000	100.0	0.8	0.8

項次	檢查項目	檢查序列名稱	檢查頻次之年度總計(次/年) (f_{ijk})	檢查項目頻次比例(百分比)	檢查序列劑量(mSv) ($f_{ijk}d_{jk}$)	檢查項目劑量(mSv) (d_{ij})
5	脊椎	C spine AP	3000	19.1	0.7	7.3
		C spine lat / flex / ext	1000	6.4	0.7	
		T spine AP + Lat	1000	6.4	0.8	
		TL spine AP + Lat	50	0.3	0.8	
		L spine AP + Lat	9000	57.3	0.9	
		LS spine AP + Lat	1500	9.6	0.9	
		SC spine AP + Lat	50	0.3	1.0	
		Whole spine AP + Lat	100	0.6	1.5	
6	四肢	Humerus R + L	500	5.3	0.2	0.8
		Forearm R + L	500	5.3	0.1	
		Hand R + L	2000	21.1	0.05	
		Bone age	1500	15.8	0.05	
		Patella R + L	1000	10.5	0.05	
		Foot R + L	2000	21.1	0.05	
		Lower leg R + L	1000	10.5	0.1	
		Femur R + L	1000	10.5	0.2	
7	其他項	Elbow R + L	1500	14.3	0.2	0.8
		Wrist R + L	2000	19.0	0.2	
		Knee R + L	5000	47.6	0.2	
		Ankle R + L	2000	19.0	0.2	

表三十一、取樣醫院一般傳統 X 光攝影檢查項目頻次比例與有效劑量加權值（範例）

取樣醫院 (i)	劑量數據與 頻次數據	檢查項目						
		頭部	胸部	腹部(含 骨盆腔)	腎臟-輸尿管-膀胱	脊椎	四肢	其他項
A	檢查項目劑量(mSv) (d_{ij})	0.3	3.9	3.6	0.8	7.3	0.8	0.8
	檢查項目頻次之年度總計(次/年) (f_{ij})	1,150	114,700	9,700	22,000	15,700	9,500	10,500
	檢查項目頻次之比例 (百分比)	0.63	65.3	5.3	12.0	8.57	5.18	5.73
B	檢查項目劑量(mSv) (d_{ij})	0.3	3.9	3.6	0.8	7.3	0.8	0.8
	檢查項目頻次之年度總計(次/年) (f_{ij})	1,150	114,700	9,700	22,000	15,700	9,500	10,500
	檢查項目頻次之比例 (百分比)	0.63	65.3	5.3	12.0	8.57	5.18	5.73
檢查項目有效劑量(mSv) (D_j)		0.3	3.9	3.6	0.8	7.3	0.8	0.8

表三十二、106 年度健保資料庫般傳統 X 光攝影檢查項目頻次與檢查項目集體有效劑量（範例）

項次	檢查項目	醫療輻射 檢查項目年頻次 (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人•mSv) (S_j)
1	頭部	8,683,809	2,605,142.7
2	胸部	9,817,705	38,289,049.5
3	腹部	1,304,911	4,697,679.6
4	腎臟-輸尿管-膀胱	2,303,997	1,843,197.6
5	脊椎	5,101,648	37,242,030.4
6	四肢	8,300,072	6,640,057.6
7	其他項	40,756	32,604.8

3.劑量評估(H)

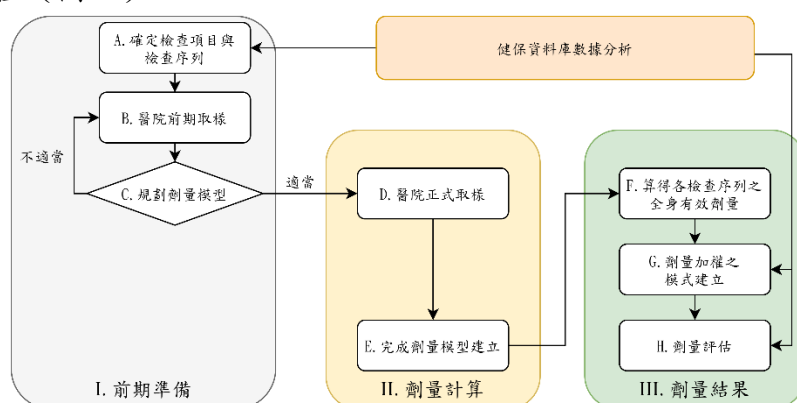
執行一般傳統 X 光攝影檢查之台灣國民平均年劑量 $\overline{D}$ 為 7 個一般傳統 X 光攝影檢查項目分別乘上 106 年度執行該項檢查項目之年頻次 (F_j) 再除以當年度之台灣人口總數 (P) 以得之。

$$\overline{D} = \frac{\sum_j S_j}{P}$$

肆、乳房攝影

前言

本章節乃介紹乳房攝影檢查的劑量計算流程，步驟為：（A）將健保資料庫之各項乳房攝影檢查以檢查之目的進行分類，並最終確定所需計算的項目；（B）於 1 家醫院執行前期取樣，確保所抄錄之輻射參數能充分用以規劃劑量模型；（C）依據所抄錄之臨床輻射參數進行有效劑量之統計；（D）待完成項目 B 與項目 C 後，於各家醫院執行正式取樣；（E）依據項目 D 所抄錄之臨床輻射參數建立各檢查序列的劑量計算模型；（F）使用臨床輻射參數進行劑量計算並獲得基於各家醫院之各項檢查序列之病患全身有效劑量數值；（F）根據所收錄之各家醫院各檢查序列的輻射參數計算得到各自的有效劑量數值範圍；（G）依據各家醫院各檢查序列的作業頻次與作業機器比例加權項目 F 之有效劑量中位數並加總後得到基於各家醫院的各個乳房攝影檢查的有效劑量，再依據各家醫院執行乳房攝影檢查的頻次比例加權最終得到基於各家醫院的 1 個有效劑量數值；（H）將項目 G 之有效劑量數值乘上 106 年度健保資料庫之乳房攝影檢查總次數以獲得該類檢查之集體劑量，再將集體劑量除以 106 年度台灣總人口數以獲得乳房攝影檢查之台灣國民平均年劑量估算值（圖七）。



圖七、國民醫療輻射劑量評估工作流程

一、前期準備(I)

1.確定檢查項目與檢查序列(A)

全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準之乳房攝影檢查項目之健保代碼共計 2 筆序列，則最終確定所需計算的項目為所有乳房攝影檢查序列共 2 筆（表三十三）。

表三十三、106 年健保資料庫 2 筆乳房攝影檢查序列之頻次及其對應健保代碼與中英文檢查名稱（按檢查頻次排序）

健保代碼	中文名稱	英文名稱	頻次
33005B	乳房攝影術	Mammography	232,602
33125C	乳房攝影立體定位組織切片術	Mammography terotactic biopsy	6,497

依據健保資料庫數據與檢查之目的將重新分類 2 筆乳房攝影檢查序列至 2 個檢查項目：包含一般乳房攝影及穿刺前攝影（表三十四）。

表三十四、乳房攝影檢查分類

項次	檢查項目 (<i>j</i>)	健保代 碼	檢查序列 (<i>k</i>) 名稱	檢查序列 年頻次	檢查項 目年頻 次 (<i>F_j</i>)
1	一般乳房攝影	33005B	右乳房頭腳向攝影 (Right Craniocaudal view, RCC view) 左乳房頭腳向攝影 (Left Craniocaudal view, LCC view) 右乳房內外位斜向攝影 (Right Mediolateral Oblique, RMLO view) 左乳房內外位斜向攝影 (Left Mediolateral Oblique, LMLO view)	232,602	232,602
2	穿刺前攝影 (Spot compression)	33125C	右乳房放大頭腳向攝影 (Right Magnified Craniocaudal view, RMCC view) 左乳房放大頭腳向攝影 (Left Magnified Craniocaudal view, LMCC view) 右乳房放大內外位斜向攝影 (Right Magnified Mediolateral Oblique, RMMLO view) 左乳房放大內外位斜向攝影 (Left Magnified Mediolateral Oblique, LMMLO view)	6,497	6,497

2.醫院前期取樣(B)

乳房攝影檢查的有效劑量將使用臨床所記錄之平均乳腺劑量以評估，在確定所需取樣的數據項目（表三十八）後即開始醫院正式取樣。

3.規劃劑量模型(C)

乳房攝影檢查的有效劑量將使用臨床所記錄之平均乳腺劑量以評估，規劃劑量模型乃針對醫院前期取樣的數據以執行檢查序列的有效劑量試算，確保「2.醫院前期取樣(B)」所確定之取樣項目能正確算出對應檢查序列的有效劑量，並依序建立2個檢查項目之8個檢查序列的初步劑量模型以測試「一、前期準備(I)」系統的可執行性。

二、乳房攝影檢查劑量計算(II)

1.醫院正式取樣(D)

在醫院正式取樣中，需記錄四大類資料，分別為醫院基本資料、輻射醫療設備資訊、檢查項目與檢查序列、取樣病人之照射參數，以下分述之：（1）醫院名稱、分級以及設備數量(表三十五)；（2）院內設備之相關資訊(表三十六)；（3）院內各項檢查序列之頻次(表三十七)；（4）檢查資訊與輻射參數(表三十八)，上述表格將用以建立劑量模型。

表三十五、醫院基本資料（範例）

基本資料項目	範例	目的
醫院名稱	台北 XX 醫院	目標醫院的選取需具備代表性
醫院分級	醫學中心	考慮地域性與醫院等級，故選取分布台灣北、中、南、東各地的基層診所、地區醫院、區域醫院、醫學中心，如此目標醫院的分布包括全台各地且不同層級醫院，則取樣資料與數據才具備說服力。
設備台數	2 台乳房攝影機	了解醫院設備數量以利設備加權計算使用。

表三十六、設備相關資訊（範例）

設備資料項目	範例
設備廠牌	Siemens
設備型號	MAMMOMAT
登記字號	登設字 12345 號
設備序號	12345
裝機年份	108 年
設置部門	醫學大樓 1 樓放射線部

表三十七、醫院之乳房攝影檢查記錄表（範例）

檢查項目	檢查序列（醫院簡稱）	檢查頻次（次/年）
一般乳房攝影	RCC	120
	LCC	120
	RMLO	120
	LMLO	120
穿刺前攝影 （Spot compression）	RMCC	10
	LMCC	10
	RMMLO	10
	LMMLO	10

表三十八、檢查資料取樣表格（以一般乳房攝影舉例說明）

記錄項目	記錄範例
檢查日期	108 年 12 月 31 日
檢查項目	一般乳房攝影
性別	女性
年齡	30 歲
身高	157.4 cm
體重	58.28 kg
設備名稱	廠牌 Siemens 中的型號 MAMMOMAT 設備
劑量面積乘積 DAP (Dose Area Product)	98 mGycm ²
平均乳腺劑量	2.5 mGy
影像照野 FOV (field of view)	24*24 cm ²
射源與影像接收器間的距離 SID (source to image receptor distance)	80 cm
管電壓 kV	85 kV
管球 Tube 角度	Craniocaudal projection
濾片 filter	1.5mm Al 和 0.1mm Mo

2.劑量模型建立(E)

乳房攝影檢查之劑量計算先使用臨床所記錄之平均乳房劑量進行劑量計算，再利用 ICRP60 號報告與 ICRP103 號報告的器官組織加權因子，以計算 8 個檢查序列的有效劑量。

三、劑量結果(III)

1.各檢查序列之有效劑量(F)

有效劑量的計算將涉及檢查序列劑量計算、數據加權和集體劑量計算三步驟，具體步驟如下：

(1)有效劑量的計算將依據一家醫院之乳房攝影檢查的 8 筆檢查序列分別計算之並得到各序列之有效劑量的分佈，因劑量分佈並非呈現常態分佈（圖八），若選用檢查序列之有效劑量平均值將有低估或高估該檢查序列有效劑量之虞，故將選用各檢查序列之有效劑量中位數（ d_{jk} ）以執行後續劑量計算（表三十九）。

(2)依據醫院各檢查序列的作業頻次（ f_{ijk} ）以加權各序列之有效劑量中位數並加總後得到對應之檢查項目的有效劑量值（ d_{ij} ）（表四十），則：

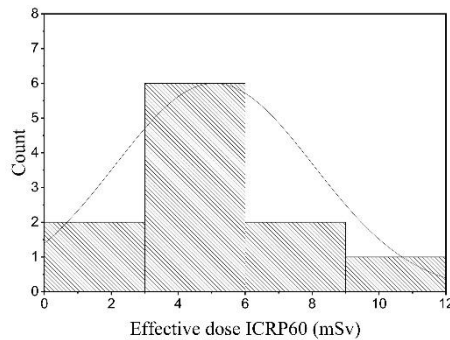
$$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (3)$$

(3)依據取樣醫院乳房攝影檢查項目的頻次比例以加權得到該檢查項目的有效劑量（ D_j ）（表四十一），則：

$$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (4)$$

(4)將 2 個檢查項目的有效劑量分別乘上其於 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次（ F_j ）以獲得各檢查項目的集體有效劑量（ S ）（表四十二），則：

$$S = F_j D_j \quad (5)$$



圖二、乳房攝影有效劑量分佈（範例）

表三十九、A 醫院乳房攝影檢查序列之有效劑量中位數表（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	有效劑量中位數 (mSv) (d_{jk})
1	一般乳房攝影	RCC	0.1
		LCC	0.1
		RMLO	0.1
		LMLO	0.1
2	穿刺前攝影	RMCC	0.2
		LMCC	0.2
		RMMLO	0.2
		LMMLO	0.2

2.劑量加權模式(G)

表四十、A 醫院乳房攝影檢查序列的頻次比例與加權劑量（範例）

項次	檢查項目	檢查序列名稱	檢查頻次之 年度總計 (次/年) (f_{ijk})	檢查項目 頻次比例 (百分比) (f_{ijk})	檢查序列 劑量 (mSv) (d_{jk})	檢查項目 劑量(mSv) (d_{ij})
1	一般乳房攝影	RCC	120	25	0.1	0.4
		LCC	120	25	0.1	
		RMLO	120	25	0.1	
		LMLO	120	25	0.1	
2	穿刺前攝影	RMCC	10	25	0.2	0.8
		LMCC	10	25	0.2	
		RMMLO	10	25	0.2	
		LMMLO	10	25	0.2	

表四十一、取樣醫院乳房攝影檢查項目頻次比例與有效劑量加權值（範例）

取樣醫院(i)	劑量數據與頻次數數據	檢查項目	
		一般乳房攝影	穿刺前攝影
A	檢查項目劑量(mSv)(d_{ij})	0.4	0.8
	檢查項目頻次之年度總計（次/年）(f_{ij})	120	10
	檢查項目頻次之比例（百分比）	92.3	7.7
B	檢查項目劑量(mSv)(d_{ij})	0.4	0.8
	檢查項目頻次之年度總計（次/年）(f_{ij})	120	10
	檢查項目頻次之比例（百分比）	92.3	7.7
檢查項目有效劑量 (mSv)(D_j)		0.4	0.8

表四十二、106 年度健保資料庫乳房攝影檢查項目頻次與檢查項目集體有效劑量（範例）

項次	檢查項目	醫療輻射 檢查項目年頻次 (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	一般乳房攝影	232,602	93,040.8
2	穿刺前攝影	6,497	5,197.6

3.劑量評估(H)

執行乳房攝影檢查之台灣國民平均年劑量($\bar{D}$)為 2 個乳房攝影檢查項目分別乘上 106 年度執行該項檢查項目之年頻次 (F_j) 再除以當年度之台灣人口總數 (P) 以得之。

$$\bar{D} = \frac{\sum_j S_j}{P}$$

推算集體有效劑量

電腦斷層與乳房攝影

林晉生、王光予、何佩珊、何俊逸、蔡惠予

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

壹、計算架構.....	3
貳、電腦斷層.....	4
一、檢查項目.....	4
二、推算集體有效劑量.....	13
參、乳房攝影.....	14
一、檢查項目.....	14
二、推算集體有效劑量.....	14

壹、計算架構

集體有效劑量的計算包含：依據同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列分別計算之並得到其有效劑量的分佈，因劑量分佈並非呈現常態分佈，故將選用各檢查序列之有效劑量中位數（ d_{jk} ）以執行後續數據加權和集體有效劑量計算，步驟說明如下，步驟摘要如表一所示，詳細其他說明請參照附件四推算集體有效劑量。

依據同醫院同類別同檢查項目不同檢查序列的作業頻次（ f_{ijk} ）以加權各序列之有效劑量中位數，並加總後得到對應之同醫院同類別同檢查項目的有效劑量值

$$(d_{ij})，則：-----d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}} \quad (1)$$

再依據取樣不同醫院同類別同檢查項目的頻次比例，以加權得到不同醫院同類別同檢查項目的有效劑量（ D_j ），則：----- $D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}} \quad (2)$

將不同醫院同類別同檢查項目的有效劑量分別乘上 106 年度健保資料庫的檢查項目年頻次（ F_j ），以獲得不同醫院同類別同檢查項目的集體有效劑量（ S_j ），則：----- $S_j = F_j D_j \quad (3)$

再將不同醫院同類別不同檢查項目的集體有效劑量進行加總，以獲得不同醫院同類別之集體有效劑量，因各類別檢查項目的有效劑量的計算為基於 NCRP184 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年總集體有效劑量 N% 的 n 筆檢查序列，因此集體有效劑量需除以 N% 以修正之，最後再除以 106 年之台灣總人口

$$數（P）以得之國民平均年劑量（ $\bar{D}$ ），則：----- $\bar{D} = \frac{\sum_j S_j}{\frac{N\%}{P}} \quad (4)$$$

表一、劑量計算步驟摘要

公式			(1)	(2)	(3)	(4)
符號	d_{jk}	f_{ijk}	$d_{ij} = \frac{\sum_k f_{ijk} d_{jk}}{\sum_k f_{ijk}}$	$D_j = \frac{\sum_i f_{ij} d_{ij}}{\sum_i f_{ij}}$	$S_j = F_j D_j$	$\bar{D} = \frac{\sum_j S_j}{\frac{N\%}{P}}$
說明	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 由劑量評估 模型算出後的 有效劑量(選 中位數代表)	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 的作業頻次	同醫院同類別 同檢查項目 不同檢查序列 的有效劑量 進行作業頻次 加權得到的 有效劑量	不同醫院同類別 同檢查項目 進行不同醫院 同檢查項目 頻次與有效劑量 加權後 的有效劑量	不同醫院同類別 同檢查項目 的有效劑量 與健保資料庫 頻次相乘後 的集體有效劑量	不同醫院同類別 不同檢查項目 的集體有效劑量 總和與 總集體有效劑量 占比%修正 再除以總人口數 得到平均年劑量
備註	變數 k ：檢查序列 變數 j ：檢查項目 變數 i ：取樣醫院 參數 d ：有效劑量 參數 f ：醫院頻次	參數 D ：檢查項目有效劑量 參數 F ：健保資料庫頻次 參數 S ：集體有效劑量 參數 N ：總集體有效劑占比% 參數 P ：台灣總人口數 參數 $\bar{D}$ ：國民平均年劑量	$f_{ij} = \sum_k f_{ijk}$ 醫院 不同檢查序列 頻次總和		$F_j = \sum_k F_{jk}$ 健保資料庫 不同檢查序列 頻次總和	

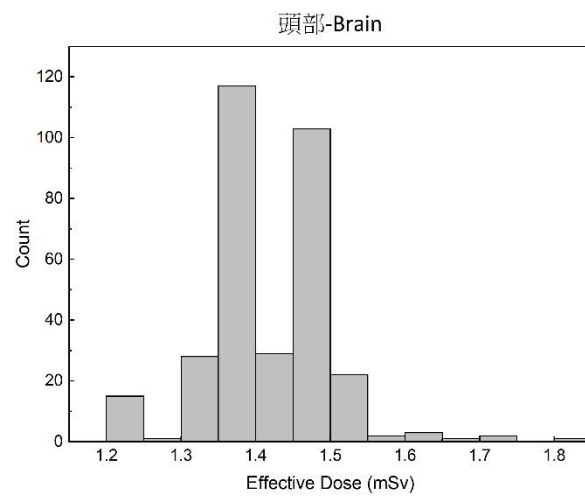
貳、電腦斷層

一、檢查項目

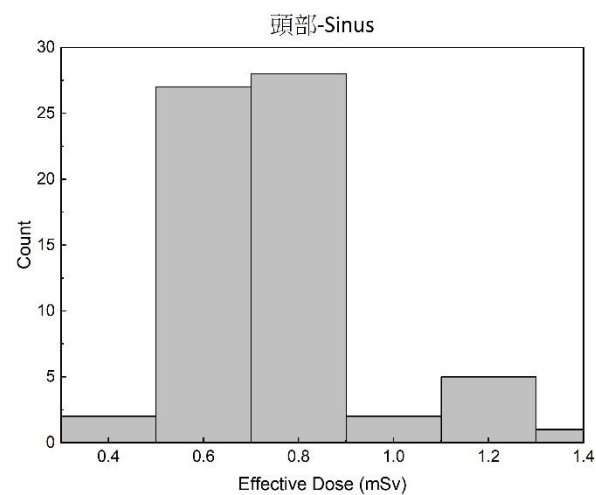
包含頭部、頸部、胸部、上腹部、腹部(含骨盆腔)、胸部與上腹部、胸部與腹部(含骨盆腔)、骨盆、下肢、脊椎、心血管，共 11 項。

1.頭部檢查項目：檢查序列包含 Brain、Sinus、Facial Bones、Temporal Bones

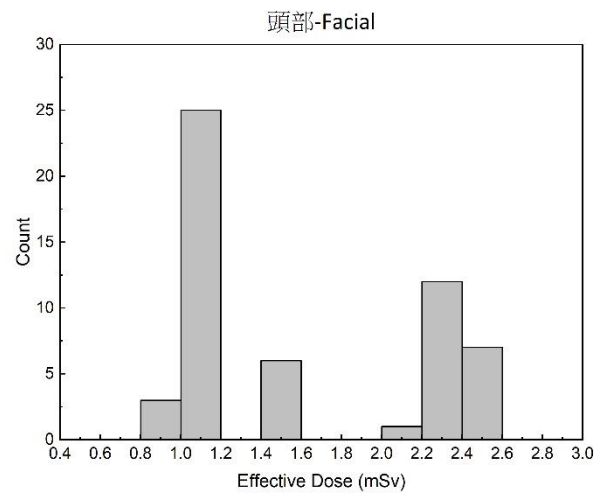
(1) Brain 有效劑量分布



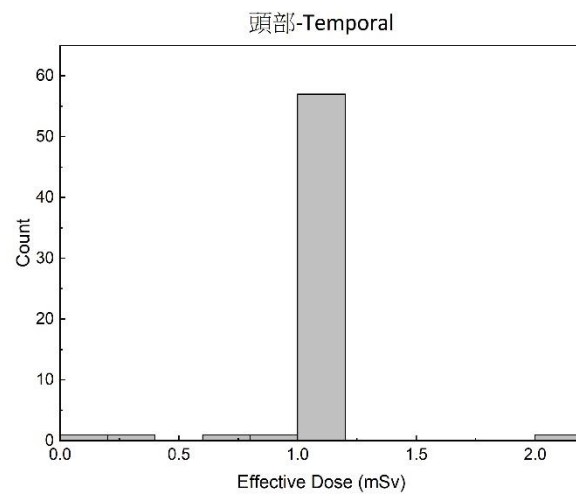
(2) Sinus 有效劑量分布



(3) Facial Bones 有效劑量分布

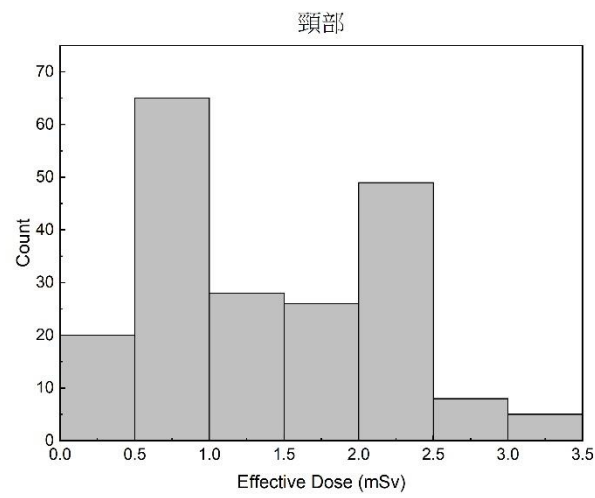


(4) Temporal Bones 有效劑量分布



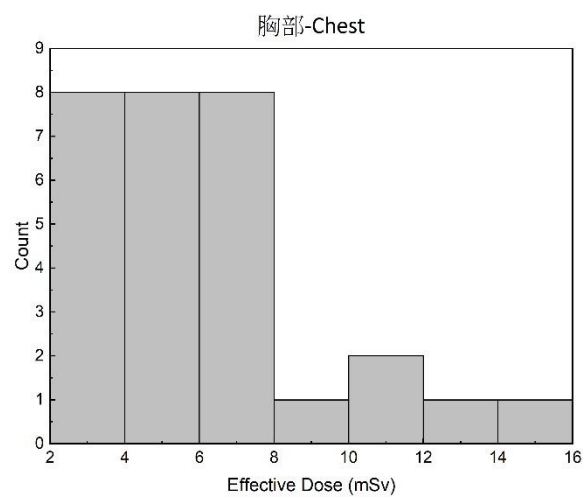
2.頸部檢查項目：檢查序列包含 Neck

(1) Neck 有效劑量分布

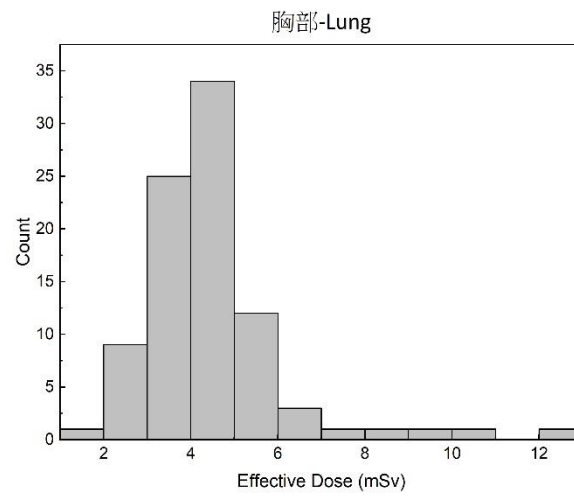


3.胸部檢查項目：檢查序列包含 Chest (C)、Lung

(1) Chest (C)有效劑量分布

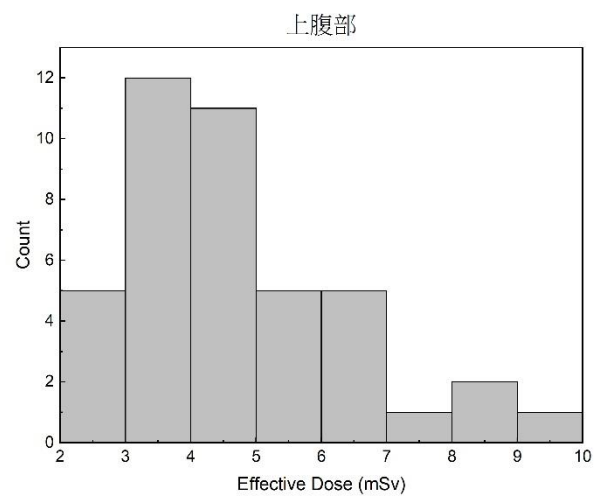


(2) Lung 有效劑量分布



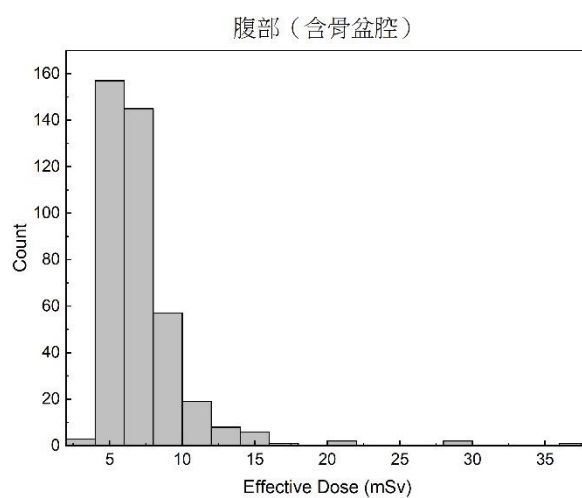
4.上腹部檢查項目：檢查序列包含 ABD (A)

(1) ABD (A)有效劑量分布



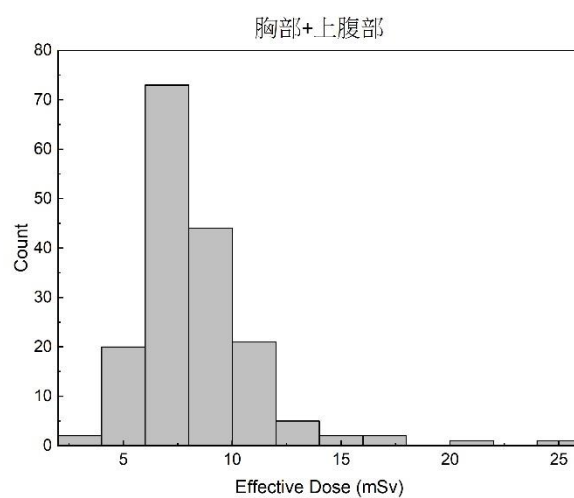
5.腹部(含骨盆腔)檢查項目：檢查序列包含 ABD(A)+Pelvis (AP)

(1) ABD(A)+Pelvis (AP)有效劑量分布



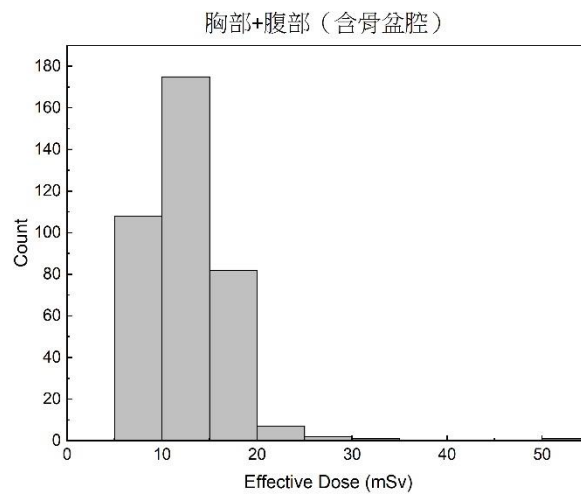
6.胸部與上腹部檢查項目：檢查序列包含 Chest+Abdomen (CA)

(1) Chest+Abdomen (CA)有效劑量分布



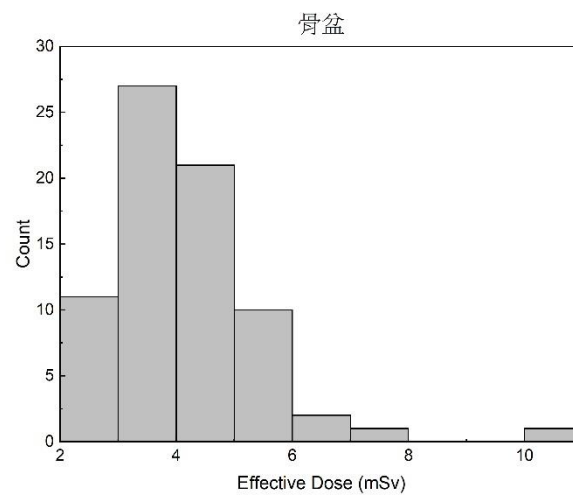
7.胸部與腹部(含骨盆腔)檢查項目：檢查序列包含 Chest+Abdomen+Pelvis (CAP)

(1) Chest+Abdomen+Pelvis (CAP)有效劑量分布



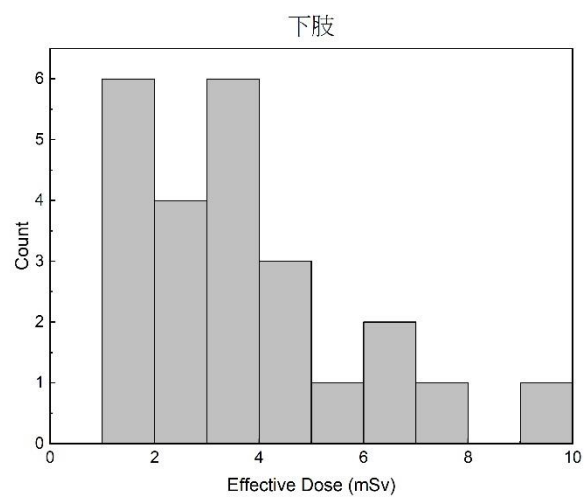
8.骨盆檢查項目：檢查序列包含 Pelvis(P)

(1) Pelvis(P)有效劑量分布



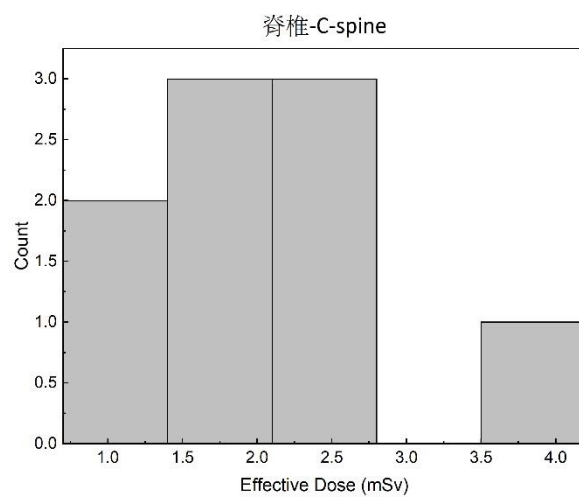
9.下肢檢查項目：檢查序列包含下肢

(1) 下肢有效劑量分布

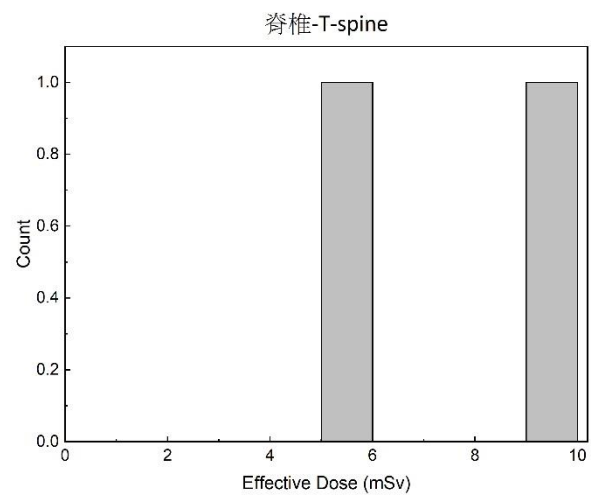


10.脊椎檢查項目：檢查序列包含 C-spine、T-spine、L-spine

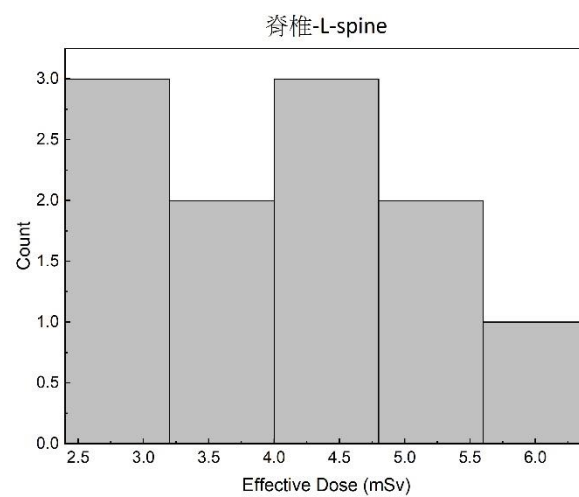
(1) C-spine 有效劑量分布



(2) T-spine 有效劑量分布

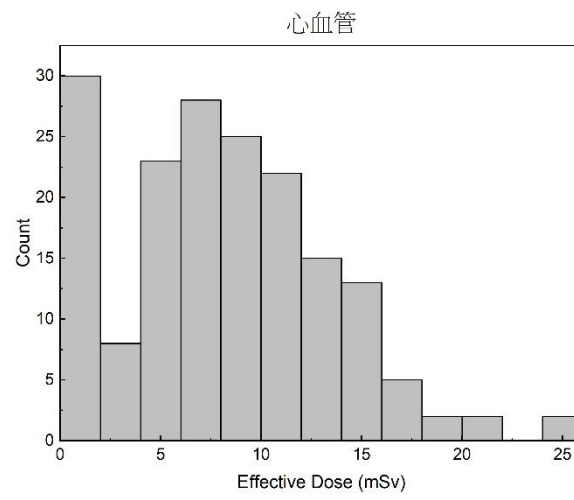


(3) L-spine 有效劑量分布



11.心血管檢查項目：檢查序列包含心血管

(1)心血管有效劑量分布



二、推算集體有效劑量

電腦斷層：台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)估算約為每人每年 0.76 mSv。(表二)

表二、電腦斷層檢查項目(j)、序列之劑量評估模型(k)、檢查項目有效劑量(D_j)、健保資料庫檢查項目年頻次(F_j')、醫療輻射檢查項目年頻次(F_j)、檢查項目集體有效劑量(S_j)、集體有效劑量總和($\Sigma_j S_j$)、電腦斷層集體有效劑量總和修正(N=97.3%)、台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)

項次	檢查項目 (j)	檢查序列之 劑量評估模型 (k)	檢查項目 有效劑量 (mSv) (D_j)	健保資料庫 檢查項目年頻次 (人) (F_j')	醫療輻射 檢查項目年頻次 ^{*(1)} (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	頭部	Brain、Sinus、 Facial Bones、 Temporal Bones	1.4	708,885	801,040	1,121,456
2	頸部	Neck	2.6	121,198	136,954	356,080
3	胸部	Chest (C)、 Lung	6.2	308,296	348,374	2,159,922
4	上腹部	ABD (A)	9.5	202,036	228,301	2,168,856
5	腹部(含骨 盆腔)	ABD(A)+Pelvis (AP)	17.3	428,730	484,465	8,381,243
6	胸部與上 腹部	Chest+Abdome n (CA)	12.8	108,983	123,151	1,576,330
7	胸部與腹 部(含骨盆 腔)	Chest+Abdome n+Pelvis (CAP)	22.1	19,303	21,812	482,054
8	骨盆	Pelvis(P)	7.5	26,922	30,422	228,164
9	下肢	下肢	6.0	31,310	35,380	212,282
10	脊椎	C-spine、T- spine、L-spine	2.3	40,909	46,227	106,322
11	心血管	心血管	20.1	23,032	26,026	523,126
電腦斷層台灣國民平均年劑量($\overline{D}$) 估算約為每人每年 0.76 mSv			集體有效劑量總和(人·mSv)($\Sigma_j S_j$)			17,315,835
			電腦斷層集體有效劑量總和修正 ^{*(2)} (人·mSv)(N=97.3%)			17,796,336
			106 年台灣總人口數(人)(P)			23,571,227
			台灣國民平均年劑量(mSv)($\overline{D}$)			0.76

*⁽¹⁾本欄的人次(F_j)=健保資料庫檢查項目年頻次(F_j') *轉換因子(1.13)，是依據衛福部電腦斷層年頻次與健保資料庫年頻次之倍率進行轉換推估。

*⁽²⁾表列中的 11 個項目為電腦斷層檢查基於 NCRP184 號報告之劑量試算後各序列之試算劑量總和佔 106 年總集體有效劑量 97.3%的檢查序列，因此 N%為 97.3%以修正之

參、乳房攝影

一、檢查項目

包含一般乳房攝影、穿刺前攝影，共 2 項。

二、推算集體有效劑量

乳房攝影：台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)估算約為每人每年 0.0041 mSv。(表三)

表三、乳房攝影檢查項目(j)、序列之劑量評估模型(k)、檢查項目有效劑量(D_j)、健保資料庫檢查項目年頻次(F_j')、醫療輻射檢查項目年頻次(F_j)、檢查項目集體有效劑量(S_j)、集體有效劑量總和($\sum_j S_j$)、台灣國民平均年劑量($\overline{D}$)

項次	檢查項目 (j)	檢查序列之 劑量評估模型 (k)	檢查項目 有效劑量 (mSv) (D_j)	醫療輻射 檢查項目年頻次 (人) (F_j)	檢查項目 集體有效劑量 (人·mSv) (S_j)
1	一般乳房攝影	一般模式 (RCC、LCC、 RMLO、LMLO)	0.40	232,602	91,878
2	穿刺前攝影	放大模式 (RMCC、LMCC、 RMMLO、LMMLO)	0.63	6,497	4,061
乳房攝影台灣國民平均年劑量($\overline{D}$) 估算約為每人每年 0.0041 mSv			集體有效劑量總和(人·mSv)($\sum_j S_j$)		95,938
			106 年台灣總人口數(人)(P)		23,571,227
			台灣國民平均年劑量(mSv)($\overline{D}$)		0.0041

建置醫療劑量網站

設計構想台灣醫療輻射類別劑量網站

陳瑋、張似璫、何俊逸、蔡惠予

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

壹、構想說明.....	3
一、醫療輻射類別.....	3
二、資料說明.....	3
三、有效劑量計算結果.....	3
四、其他規劃建議.....	3
貳、設計參考資料.....	4

壹、構想說明

依據國民醫療輻射劑量調查研究，規劃台灣醫療輻射共為 8 種類別 51 個檢查項目。此劑量評估網頁規劃目標係為提供使用者(主要受眾為一般民眾)一個簡易的使用平台，讓使用者能按照自身狀況評估每年接受各醫療輻射類別劑量。

設計網頁上規劃分成三個區塊：醫療輻射類別、資料說明、有效劑量計算結果，圖一為以核子醫學舉例說明台灣醫療輻射類別劑量網站設計概念圖。

一、醫療輻射類別

將分別列出 8 種醫療輻射類別對應的檢查項目，讓使用者自行輸入該年自身接受的檢查項目次數。同一區塊亦將顯示根據此計畫計算的平均有效劑量調查研究結果。而在後台的數據資料庫預計也列入 106 年健保資料庫檢查項目年頻次調查統計結果，但不呈現在頁面上。

二、資料說明

此部分規劃提供使用者與醫療輻射類別、劑量評估相關等資訊，可以採用文字說明搭配相關網頁、文件資訊連結之方式。

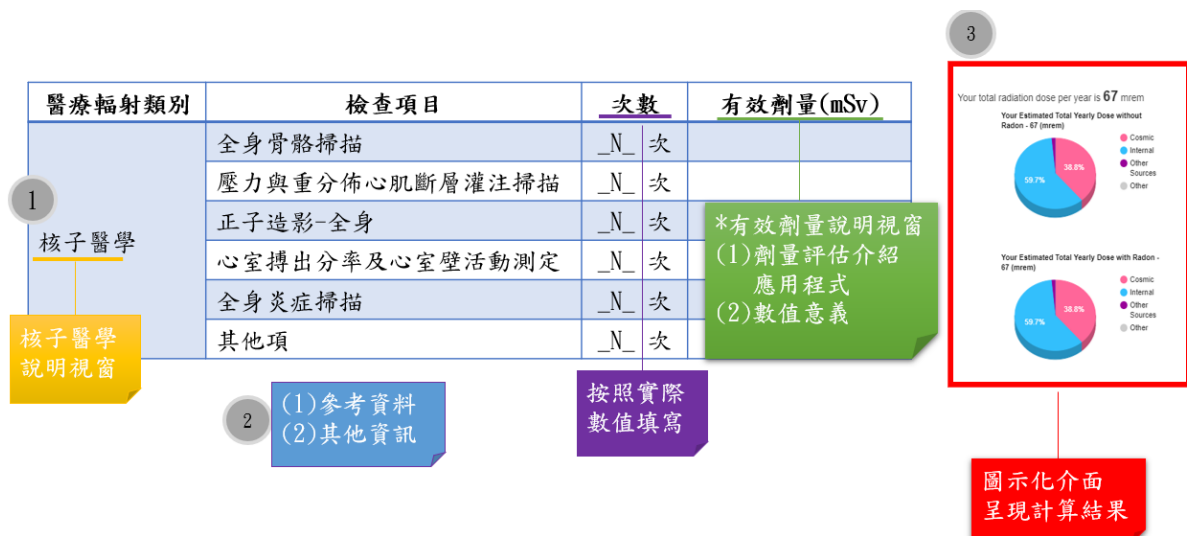
三、有效劑量計算結果

從使用者自行輸入該年自身接受的檢查項目次數，計算出當年接受的有效劑量，並將各醫療輻射類別檢查項目有效劑量計算結果，使用圖示化界面呈現。

四、其他規劃建議

除了上述三個基本區塊，規劃在專有名詞部分適度加上說明視窗讓使用者易於瞭解其意義，預計採用游標點選或停留便跳出該說明視窗。舉例說明，說明何謂「核子醫學」類別；有效劑量是如何取得，其結果數值意義所代表的意義等。

除計畫所涵蓋之 8 種類別 51 個檢查項目，未來可以考量加入治療劑量、癌症風險等評估。



圖一、台灣醫療輻射類別劑量網站設計概念圖

貳、設計參考資料

一、EPA-Calculate Your Radiation Dose (圖二為擷取畫面)

網址：<https://www.epa.gov/radiation/calculate-your-radiation-dose>

二、ANS-Radiation Dose Calculator (圖三為擷取畫面)

網址：<https://www.ans.org/nuclear/dosechart/>

三、RADAR Medical Procedure Radiation Dose Calculator and Consent Language Generator (圖四為擷取畫面)

網址：<http://www.doseinfo-radar.com/RADARDoseRiskCalc.html>

Calculate Your Radiation Dose

How to use this calculator

Use the calculator below to estimate your yearly dose from the most significant sources of ionizing radiation. Estimates are given in millirem (mrem), the U.S. unit for effective dose. Effective dose is a measure of the amount of radiation absorbed by a person that accounts for the type of radiation received and the effects on particular organs. (The corresponding international unit for effective dose is the millisievert (mSv).)

According to the National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), the [average yearly radiation dose per person in the U.S. is 620 mrem](#).

[Related information in Spanish \(Información relacionada en español\)](#)

Directions

1. Enter values or select entries where options are provided. Some entries for the yearly dose calculator are already filled in.

Travel related sources

How many miles have you traveled by jet this year? (1 mrem per every 1000 miles)

How many times did you go through a screening machine (PDF) (5 pp, \$11K, About PDF) [\(PDF\)](#) at the airport over the last year? (.002 average mrem each)

Are you a radiation worker? ☐ Yes (0.02 mrem) ☐ No (0 mrem)

Do you work on, with, or in the proximity of radiation producing machines or radioactive materials and has the potential of being exposed to at least 100 mrem a year from occupational sources? ☐ Yes (0.02 mrem) ☐ No (0 mrem)

If you are a radiation worker, enter your annual exposure here. [More info for radiation workers](#)

How many packs of cigarettes do you smoke per day? (0.49 mrem per pack)

Your total radiation dose per year is **67 mrem**

Your Estimated Total Yearly Dose without Radon - 67 (mrem)

Your Estimated Total Yearly Dose with Radon - 67 (mrem)

Legend: Cosmic (red), Internal (blue), Other Sources (green), Other (purple)

Source	Percentage
Cosmic	56.7%
Internal	30.8%
Other Sources	10.8%
Other	1.7%

圖二、EPA – Calculate Your Radiation Dose 網頁擷取畫面

MEDICAL TESTS		ANNUAL DOSE
Medical Diagnostic Tests ‡ Number of millirems are per procedure and are average values. Actual numbers may vary. Enter the number of procedures per year.		
X-Ray - Chest	2 (10 mrem each)	20 mrem
X-Ray - Mammography	(40 mrem each)	0 mrem
X-Ray - Skull	1 (10 mrem each)	10 mrem
X-Ray - Cervical Spine	(20 mrem each)	0 mrem
X-Ray - Lumbar Spine	1 (150 mrem each)	0 mrem
X-Ray - Upper GI	(600 mrem each)	0 mrem
X-Ray - Abdomen (kidney/bladder)	(70 mrem each)	0 mrem
X-Ray - Barium Enema	(800 mrem each)	0 mrem

YOUR ESTIMATED ANNUAL RADIATION DOSE:

296 mrem



圖三、ANS-Radiation Dose Calculator 網頁擷取畫面

Radiographic Procedures

- Skull (lateral)
- Chest (PA)
- Chest (lateral)
- Chest (PA and lateral)
- Thoracic spine (AP)
- CT pelvis - helical
- CT spine - axial
- CT spine - helical
- CT chest/abdomen/pelvis - axial
- CT chest/abdomen/pelvis - helical
- No selection
- DEXA DPX-L spine, femur or whole body scan
- DEXA EXPERT spine, femur or whole body scan
- DEXA PRODIGY spine or femur scan
- DEXA PRODIGY whole body scan

N: 1

N: 1

N: 0

Nuclear Medicine Scans

- No selection
- H-3 Glucose
- C-14 Urea, Normal
- C-14 Urea, Helicobacter positive
- Co-57 Cyanocobalamin, IV no carrier
- No selection
- H-3 Glucose
- C-14 Urea, Normal
- C-14 Urea, Helicobacter positive
- Co-57 Cyanocobalamin, IV no carrier

Activity (mCi): 0

Activity (mCi): 0

☐ Check this box to include a rough Spanish translation of the consent form language.

Total effective dose: 5.92 mSv, or 592 mrem

圖四、RADAR Medical Procedure Radiation Dose Calculator and Consent Language Generator 網頁擷取畫面

論文投稿

林晉生、蔡惠予

國立清華大學核子工程與科學研究所



利用體素假體評估常規胸部和腹部電腦斷層檢查之輻射劑量

林晉生^{1,2} 蔡惠予² 黃怡璇¹ 陳緯遠³

¹新北市立土城醫院 影像診療科

²國立清華大學 核子工程與科學研究所

³林口長庚紀念醫院 影像診療部

長庚醫療財團法人
Chang Gung Medical Foundation

國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

勤勞樸實、人本濟世

研究目的

電腦斷層在各醫院被廣泛運用，早期在劑量計算上以數學假體來進行模擬，數學假體與真實人體解剖構造有一定的差異，而導致劑量評估的不準確性，因此本研究使用體素假體來對胸部和腹部假查模擬各器官之輻射劑量，以提供醫學中心在電腦斷檢查之輻射劑量當作參考。

材料與方法

本研究為回溯性研究，收取6台CT共236位胸部和343位腹部檢查游離輻射劑量紀錄，將各掃描劑量紀錄帶入Virtual Dose和CT-EXPO (v2.5版)，分別代表體素假體和數學假體進行模擬，如圖(一)所示，並比較其結果。

結果

胸部檢查器官劑量差異最大為Breasts，如表(一)所示為80.7%。腹部檢查器官劑量差異最大為Brain，如表(二)所示為174%。體素和數學假體胸部有效劑量分別為7.0 mSv和6.5 mSv，腹部為5.5 mSv和7.0 mSv。

表(一) 胸部電腦斷層模擬軟體器官劑量及有效劑量

Organ	VD	EXPO	diff%	Organ	VD	EXPO	diff%
Brain	0.4	0.2	62.8	Thymus	13.2	11.6	14.1
Salivary glands	1.1	1.7	-32.2	Spleen	10.3	7.7	33.6
Thyroid	6.9	13.7	-49.6	Pancreas	10.2	6.7	51.8
Breasts	10.3	5.7	80.7	Adrenals	11.0	7.1	55.2
Oesophagus	9.0	11.6	-22.0	Kidneys	8.4	6.9	20.8
Lungs	12.7	11.7	7.8	Small intest.	3.3	3.3	-0.5
Liver	9.5	7.9	20.7	Uterus	1.5	0.9	60.6
Stomach	8.5	7.5	13.7	Prostate	1.5	0.8	80.4
Testicles	0.7	0.4	55.1	Gall bladder	8.0	6.7	20.2
Ovaries	0.7	0.9	-22.9	Heart	12.3	9.7	27.1
Bladder	1.3	1.6	-17.8	Oral mucosa	1.6	1.7	-5.8
Bone marrow	4.2	4.2	0.1	Lymph nodes	4.4	4.6	-4.1
Bone surfaces	5.2	10.1	-48.0	Effective dose	7.0	6.5	7.1
Skin	3.8	4.2	-9.5	ICRP 103			

表(二) 腹部電腦斷層模擬軟體器官劑量及有效劑量

Organ	VD	EXPO	diff%	Organ	VD	EXPO	diff%
Brain	0.2	0.1	174.8	Thymus	3.6	3.0	20.6
Salivary glands	0.5	0.5	4.3	Spleen	8.0	10.4	-22.7
Thyroid	2.9	3.6	-19.0	Pancreas	6.6	8.6	-23.9
Breasts	3.0	2.2	37.6	Adrenals	10.0	8.5	17.7
Oesophagus	2.7	3.0	-8.1	Kidneys	10.4	10.7	-2.7
Lungs	4.0	5.1	-21.6	Small intest.	10.0	10.2	-2.4
Liver	8.2	10.2	-19.8	Uterus	6.8	5.6	20.2
Stomach	6.4	10.5	-39.4	Prostate	6.8	5.9	15.0
Testicles	5.2	3.7	38.3	Gall bladder	6.2	8.6	-28.3
Ovaries	5.2	5.5	-6.2	Heart	3.9	4.4	-12.6
Bladder	8.2	12.1	-32.4	Oral mucosa	0.6	0.5	27.8
Bone marrow	4.1	5.9	-30.8	Lymph nodes	7.1	6.6	8.3
Bone surfaces	4.7	9.6	-50.8	Effective dose	5.5	7.0	-22.3
Skin	3.5	5.2	-33.1	ICRP 103			

討論

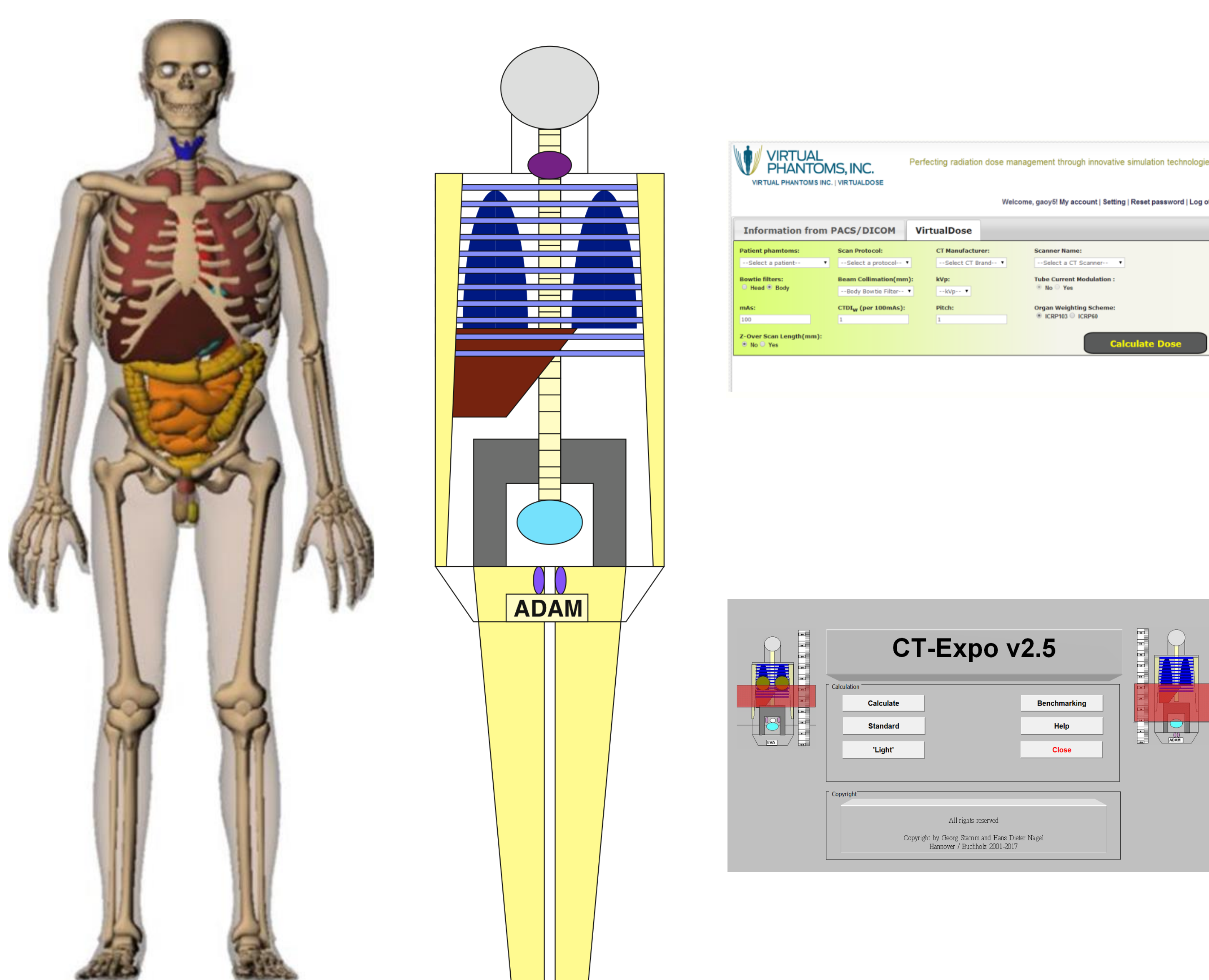
胸部檢查中，Breasts在掃描範圍內，因假體解剖結構不同導致差異為80.7%。腹部檢查中，Brain差異為174%，因該器官在掃描範圍外，所得到器官劑量較低導致其結果。

結論

本研究利用體素與數學假體來模擬胸和腹部CT檢查之輻射劑量，在器官劑量中有所差異，主要因為假體器官設計和幾何結構所導致。

參考文獻

- Aiping Ding, Yiming Gao et al. VirtualDose: a software for reporting organ doses from CT for adult and pediatric patients. Physics in Medicine & Biology 60 (2015) 5601–5625
- Yiming Gao, Brian Quinn et al. A comparison of pediatric and adult CT organ dose estimation methods. BMC Medical Imaging (2017) 17–28



圖(一) 左為Virtual Dose素體假體，右為CT-EXPO數學假體

技術報告

醫療 X 光檢查
(一般 X 光與透視)
蒙地卡羅計算程式之技術手冊

王光予、何俊逸、蔡惠予

國立清華大學核子工程與科學研究所

財團法人中華民國輻射防護協會

目錄

壹、背景說明.....	3
貳、操作邏輯.....	4
參、主要介面.....	4
肆、操作方法.....	6
一、假體體型設計.....	6
二、X光射束幾何設計.....	8
三、X光照野面積設定.....	10
四、假體器官選擇.....	12
五、蒙地卡羅模擬.....	13
六、X光能譜設計.....	15
七、臨床劑量設定.....	15
八、模擬檔案格式.....	16
伍、適用檢查項目.....	16
陸、風險評估.....	16

壹、背景說明

本研究所使用的之蒙地卡羅計算程式為 PCXMC 2.0。PCXMC 為芬蘭的輻射與核能安全署（Radiation and Nuclear Safety Authority; STUK）的 Tapiovaara Markku 與 Siiskonen Teemun 於 2008 年所開發出的。該軟體是以標準擬人數學假體為模型（Cristy & Eckerman, 1987）¹，並賦予特定光子能譜的均向點射源進行蒙地卡羅模擬，可以用來計算一般診斷 X 光機及透視 X 光機所給予受檢者的器官劑量及有效劑量。

該軟體允許自由調整 X 光照射方向與照野，亦可更改 X 光攝影中的其他檢查條件。除此之外，也提供了依據 BEIR VII²報告（低劑量輻射之健康效應）計算輻射誘發的癌症死亡風險之功能。

PCXMC 2.0 與過去之版本有著以下 7 點之提升：（1）X 光能譜之模擬方式有所修正；（2）假體之數據已依據更新之論文進行修正；（3）頭頸部之形狀已依據實際人體做修正；（4）增加了新的器官與組織（氣管、淋巴結、口腔黏膜、前列腺與唾液腺）；（5）有效劑量之計算同時考量了 ICRP 60³以及 ICRP 103⁴之組織加權因數；（6）允許用戶於標準界面以外進行模擬計算；（7）可用於預估病患於罹患輻射誘發癌症後之死亡風險。

¹ Cristy M, Eckerman KF. Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon sources. I. Methods. Report ORNL/TM-8381/V1. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory; 1987

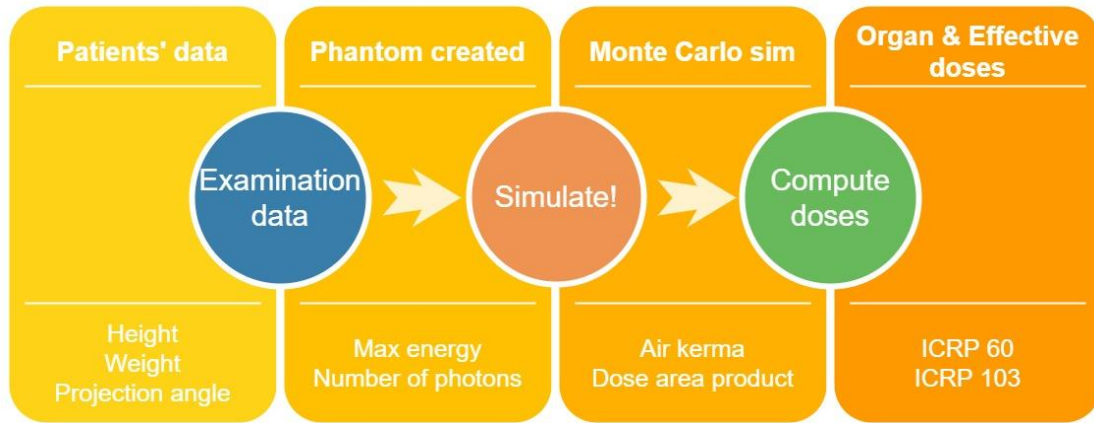
² BEIR-Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. BEIR VII. Washington D.C: National Academy of Sciences; 2006.

³ ICRP-International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 1991: 21 (1-3).

⁴ ICRP-International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007; 37 (2-4).

貳、操作邏輯

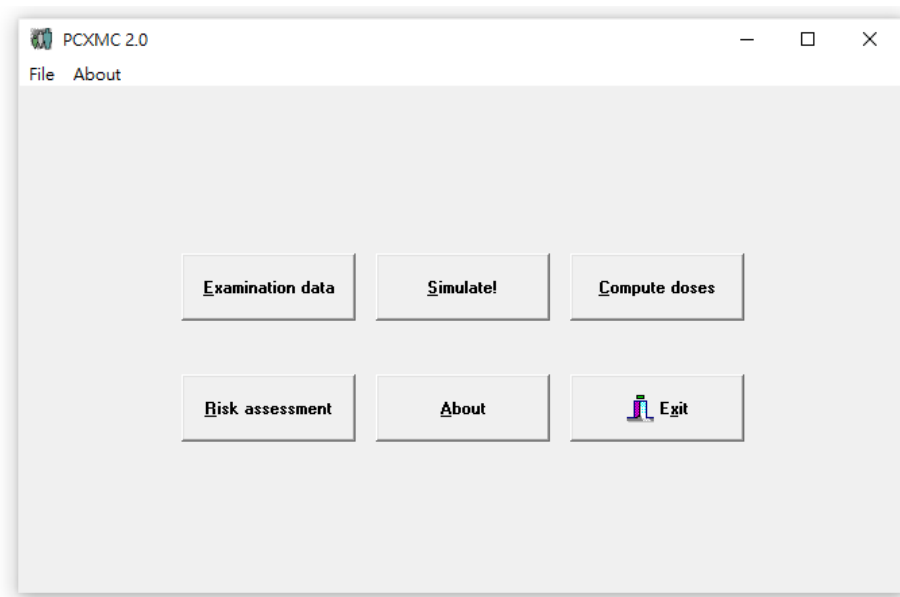
PCXMC 之操作邏輯如圖一，首先將假體資訊輸入以建構模擬假體，隨後透過蒙地卡羅模擬計算劑量分佈，進而套入 X 光機之輸出劑量，取得假體所接受之器官劑量以及有效劑量。



圖一、PCXMC 之操作邏輯

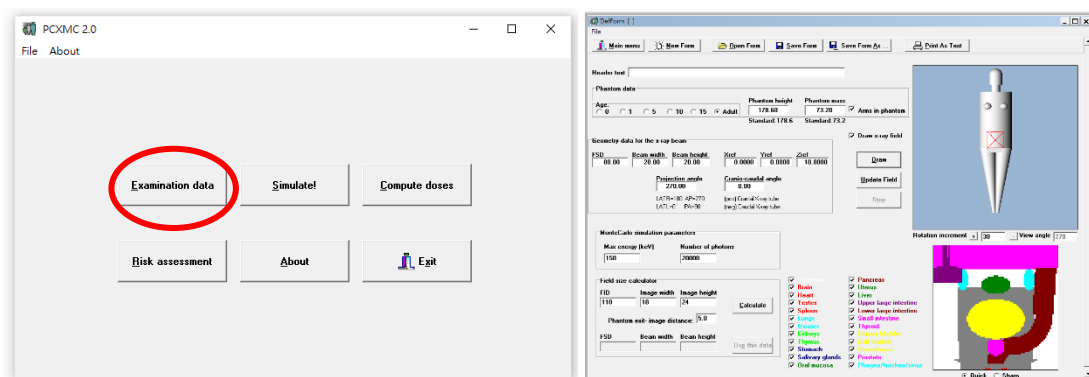
參、主要介面

圖二所示為 PCXMC 開啟後之主選單介面，提供了（1）Examination data（檢查資訊）；（2）Simulate（模擬）；（3）Compute doses（劑量計算）；（4）Risk assessment（風險評估）；（5）About（關於）；（6）Exit（退出）各選項。



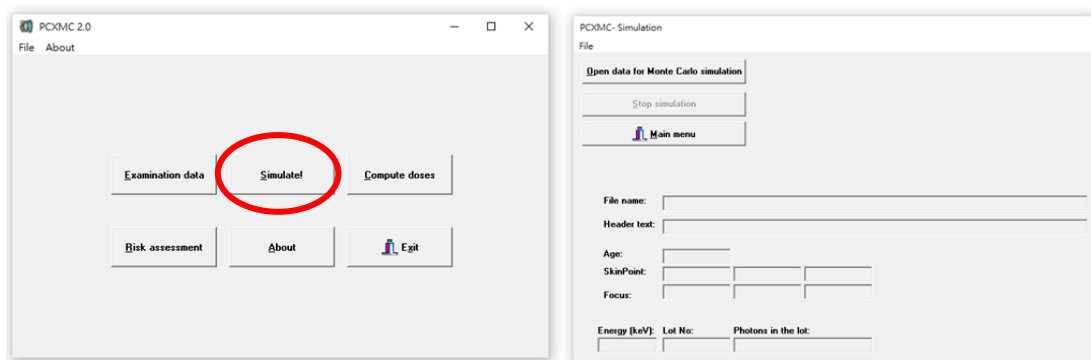
圖二、PCXMC 之主選單介面

點選 Examination data，即可進入假體模型之建構界面，如圖三。



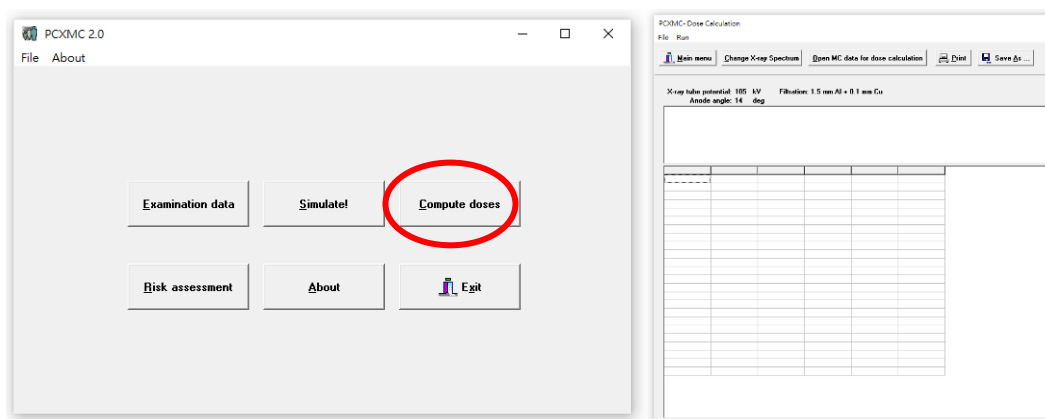
圖三、假體模型之建構界面

點選 Simulate!，即可進行各能量光子之蒙地卡羅模擬運算，如圖四。



圖四、蒙地卡羅模擬之運算界面

點選 Compute doses，即可根據光子於體內之沉積情況及 X 光輸出劑量計算出假體之器官劑量及有效劑量，如圖五。



圖五、器官劑量與有效劑量之結果表格

肆、操作方法

一、假體體型設計

假體設計內容有年齡（Age）、身高（Phantom height）、體重（Phantom mass）以及假體內是否包含手臂（Arms in phantom）。

假體之年齡選項包含 0 歲（新生兒）、1、5、10、15 以及成年（30 歲及以上）。年齡之選擇會依照臨床病人之資訊並選擇最接近之選項，臨床上大多數病人之年齡皆為 30 歲以上，因此統一使用“Adult”選項。

假體身高之單位為公分（cm），體重單位為公斤（kg）。假體體型假設採用了年齡 19-64 歲之國民體型資訊，加權平均計算男性與女性之身高、體重。資料來源為衛生福利部國民健康署 108 年 7 月 12 日最新公告，102 年至 105 年國民營養健康狀況變遷調查成果報告⁵提及台灣人民性別、年齡、身高、體重等資訊。

經由（1）式計算出男性與女性之加權平均身高，（2）式計算出女男性與女性之加權平均體重。男性加權平均身高為 168.82cm，體重為 70.70kg（表一）；女性加權平均身高為 157.40cm，加權平均體重為 58.28kg（表二）。

若是病人於 X 光照射時雙手舉起（不包含於照野中），則假體設計時不需包含手臂。假體設計中是否包含手臂之差異可參考圖六。

假體體型之設計選項可參考圖七。

$$h = \frac{\sum_y (n_y \bar{h}_y)}{\sum_y n_y} \quad (1)$$

$$g = \frac{\sum_y (n_y \bar{g}_y)}{\sum_y n_y} \quad (2)$$

表一、男性國民體型之身高分布

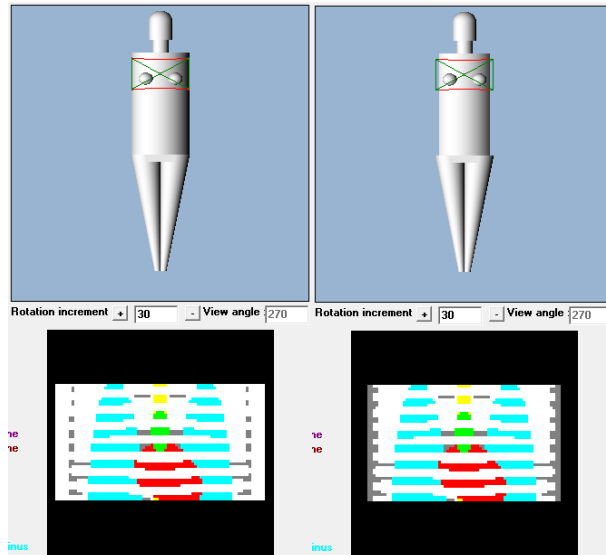
性別	年齡層 (y)	人數 (n _y)	身高(cm) ($\bar{h}_y$)	體重(kg) ($\bar{g}_y$)
男性	19-44 歲	26	171. 6	72.3
男性	45-64 歲	39	166. 6	69.4

表二、女性國民體型之身高分布

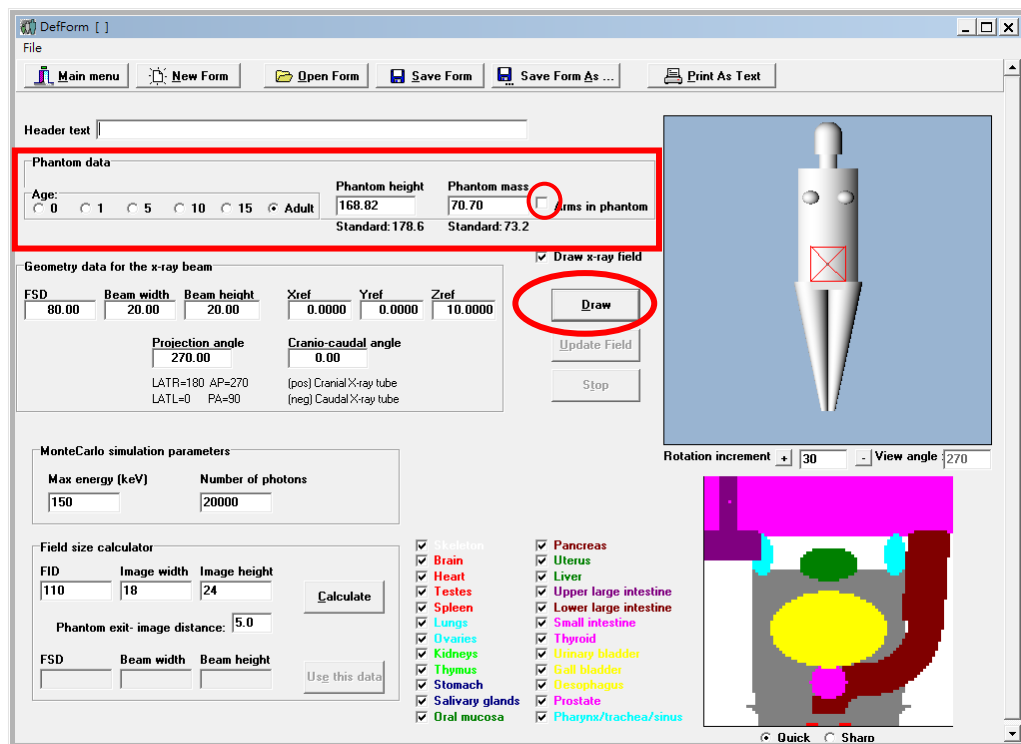
性別	年齡層 (y)	人數 (n _y)	身高(cm) ($\bar{h}_y$)	體重(kg) ($\bar{g}_y$)
女性	19-44 歲	10	159. 4	58.4
女性	45-64 歲		155.	58.2

⁵ 潘文涵（民 102，66 頁）國民營養健康狀況變遷調查（102-105 年）

		80	6	
--	--	----	---	--



圖六、左為包含手臂之假體，右為不包含手臂之假體



圖七、假體體型設計之選項

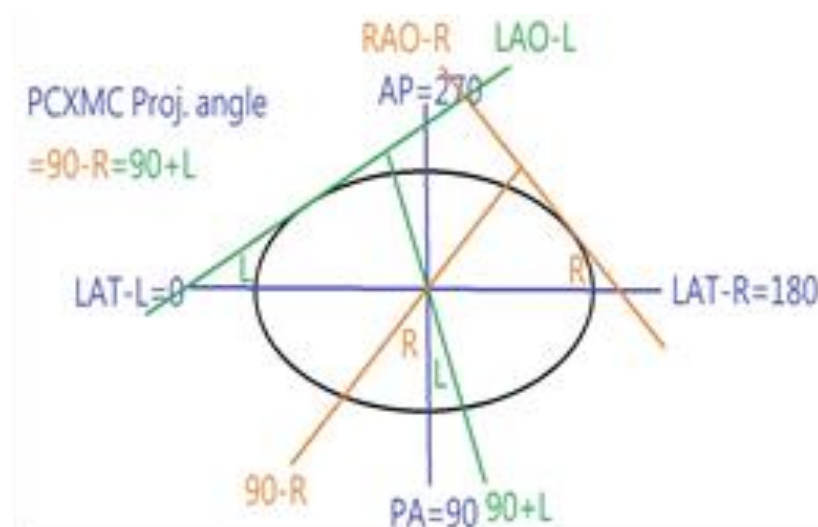
二、X 光射束幾何設計

X 光射束之幾何包含其照射角度、照射中心坐標以及照野大小。

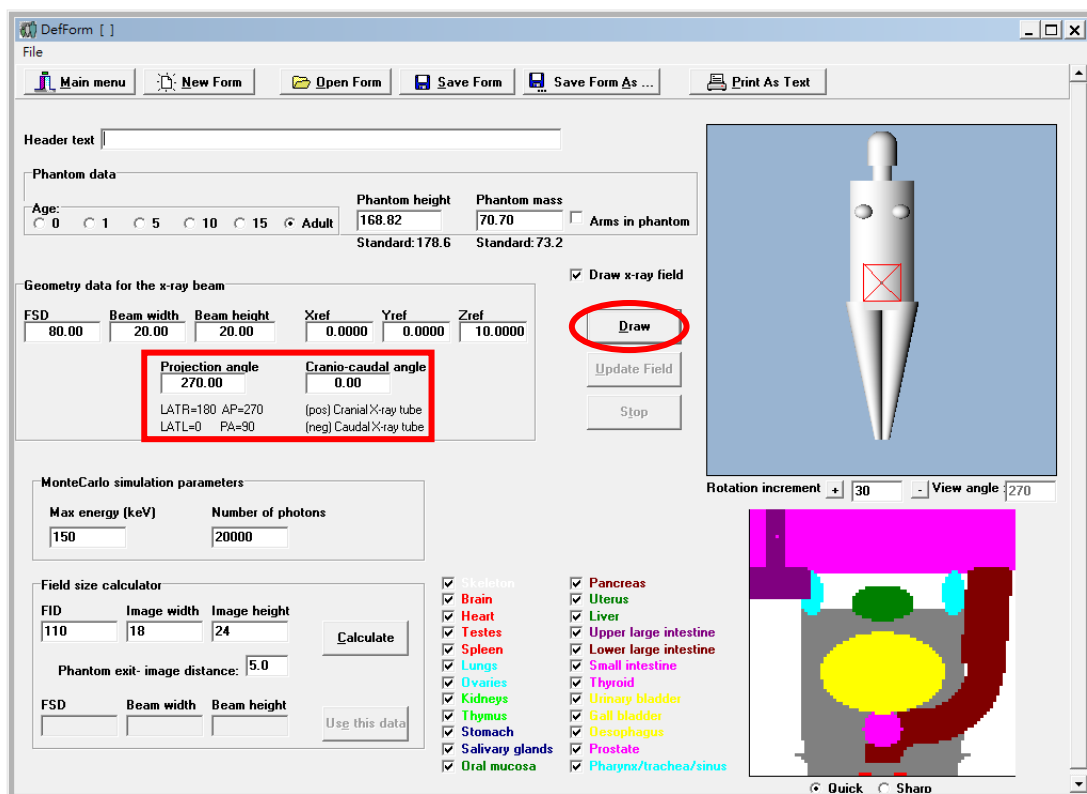
X 光射束照射角度包含頭腳向角度（Cranio-caudal angle）以及投射角度（Projection angle）。頭腳向角度中 X 光射束朝頭為正，朝腳為負。如：向頭 20° 為 20，向腳 30° 為 -30。投射角度中臨床投影角度對應 PCXMC 之數值換算如表三所示，公式如圖八所示。角度之設置可參考圖九。

表三、臨床投影角度與 PCXMC 投射角度之換算

PCXMC 投射角度	臨床投影角度
0	LAT L
30	LPO 60
60	LPO 30
90	PA
120	RPO 30
150	RPO 60
180	LAT R
210	LAO 60
240	LAO 30
270	AP
300	RAO 30
330	RAO 60
360	LATL

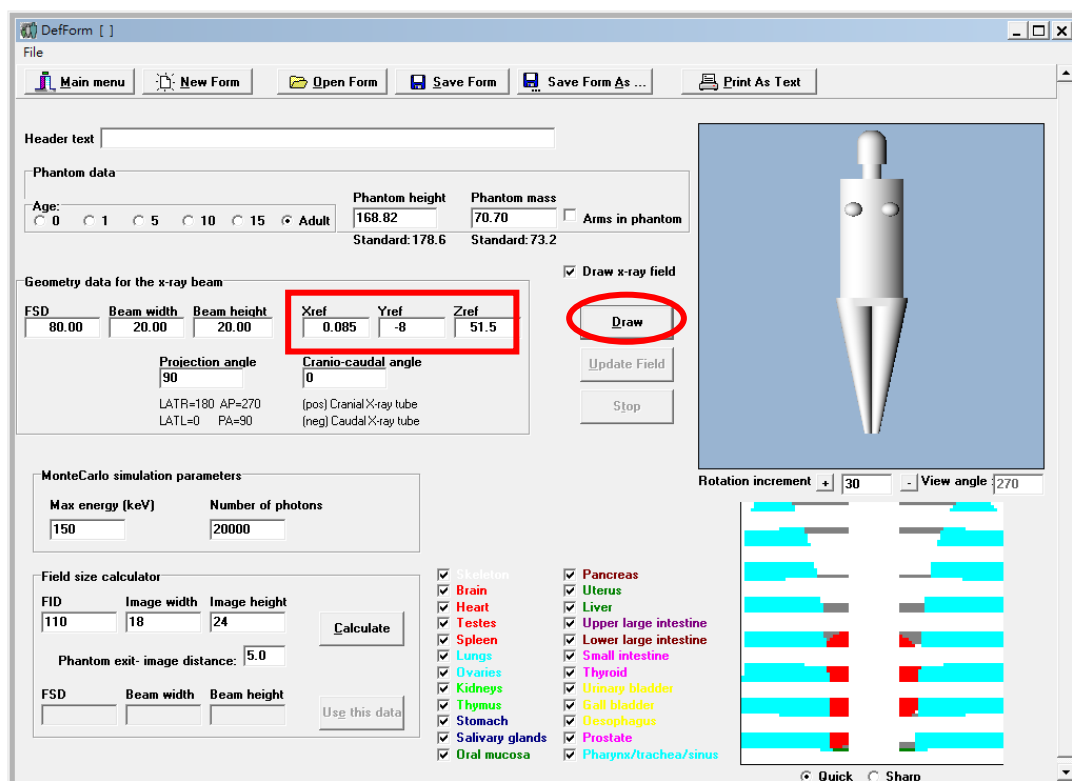


圖八、Projection angle 之換算公式



圖九、X 光照射角度之設置

照射中心坐標之設定為根據病人於接受 X 光照射時所接受曝露之位置。坐標之設定值有 Xref、Yref、Zref，設定之位置可參考圖十。



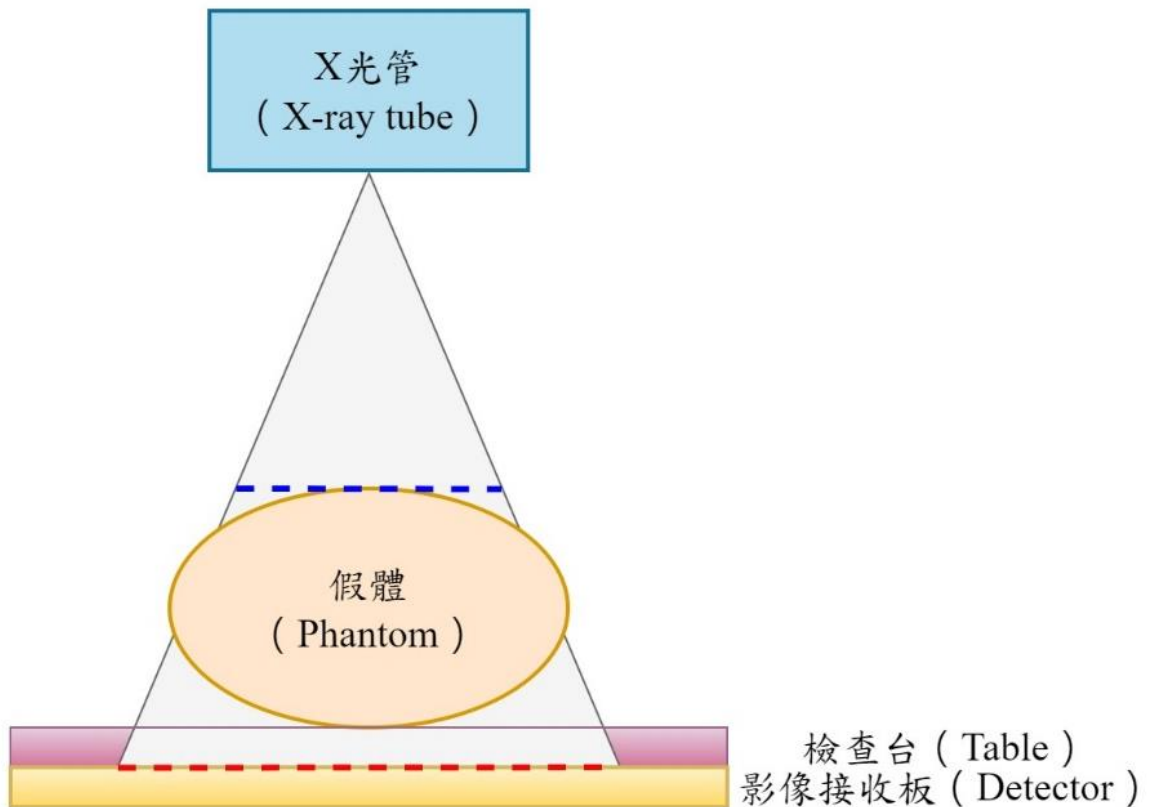
圖十、照射中心坐標之設置

關於 X 光射束之照野大小，因關係與影像面積之換算，因此另闢一節進行說明。

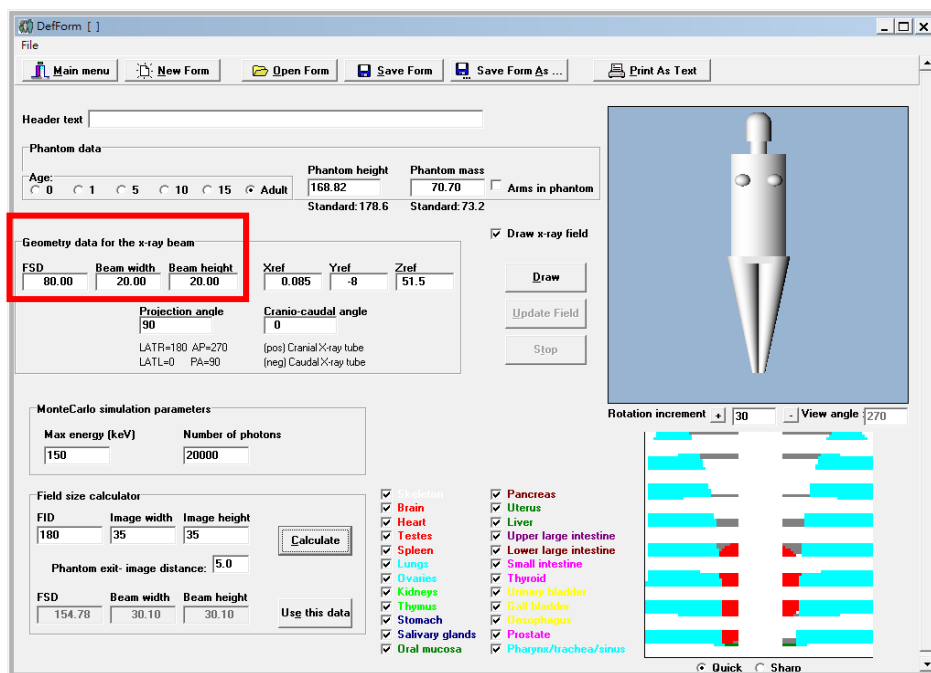
三、X 光照野面積設定

X 光照野面積之設定，由於係關影像面積之換算，因此於此小節做說明。由於照射參數僅記錄影像大小之相關資訊，不過劑量之計算卻必須考量射束於入射假體表面之面積，因此需以程式中內建之相似三角形方法進行換算。圖十一所示為影像面積與射束入射表面面積之幾何關係，藍色虛線為射束入射表面之位置，紅色虛線為影像板之位置。

X 光照野中所需設定參數為焦斑與皮膚間距離（Focal-skin distance, FSD）、射束高度（Beam height）以及射束寬度（Beam width），單位皆為公分（cm），設定方法可參考圖十二。

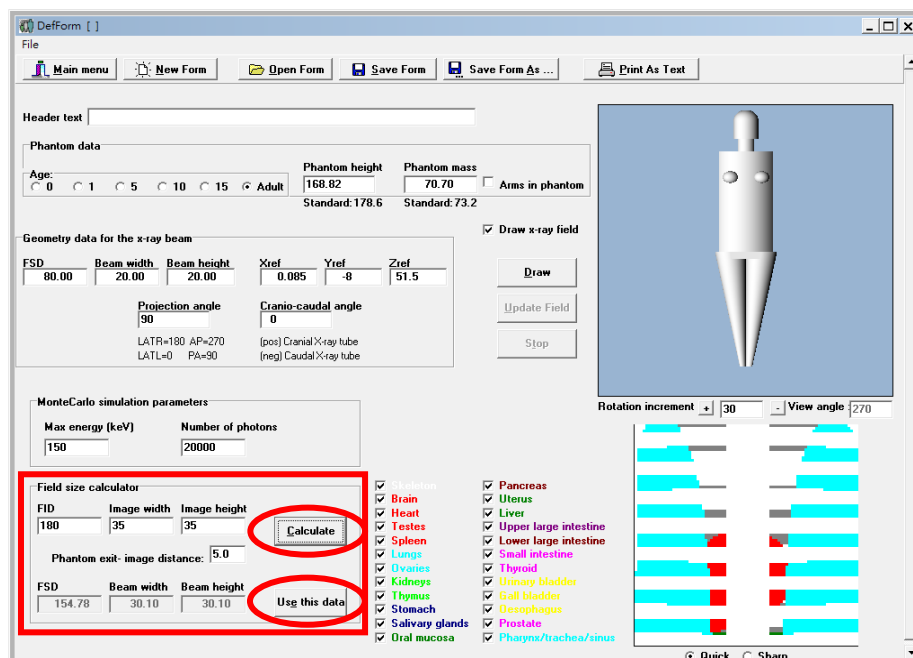


圖十一、影像面積與射束入射表面面積之幾何關係



圖十二、FSD 和射束高度與寬度之設置

以上之數值皆可由程式內 Field size calculator（照野大小計算器）之算法計算，需輸入之數值為焦斑與影像板之距離（Focal-image receptor distance）、影像高度（Image height）、影像寬度（Image width）及假體與影像板之間之距離（Phantom exit-image distance），單位皆為公分（cm），設定方法可參考圖十三。



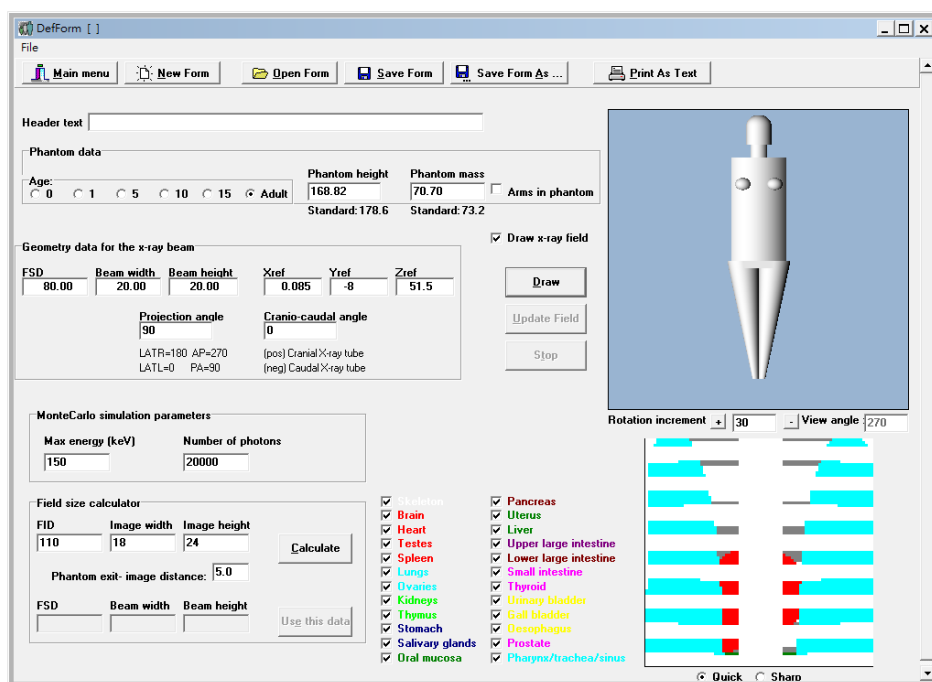
圖十三、照野大小計算器之選項設置

四、假體器官選擇

假體設計時可依照需求調整所要計算劑量之器官，共 22 項，調整位置如圖十四所示。表四中所列為各器官之中英文對照及於 ICRP60 和 ICRP103 報告中之類別。

表四、假體中可調整之器官選項及中英文對照及各報告中之類別

英文	中文	ICRP 60	ICRP 103
Skeleton	骨骼	主要器官	主要器官
Brain	腦	其他器官	主要器官
Heart	心	其他器官	其他器官
Testes	睪丸	主要器官	主要器官
Spleen	脾	其他器官	其他器官
Lung	肺	主要器官	主要器官
Ovaries	卵巢	主要器官	主要器官
Kidneys	腎臟	其他器官	其他器官
Thymus	胸腺	其他器官	其他器官
Stomach	胃	主要器官	主要器官
Salivary glands	唾液腺	其他器官	主要器官
Oral mucosa	口腔粘膜	其他器官	其他器官
Pancreas	胰腺	其他器官	其他器官
Uterus	子宮	其他器官	其他器官
Liver	肝	主要器官	主要器官
Upper large intestine	上大腸	其他器官	主要器官
Lower large intestine	下大腸	主要器官	主要器官
Small intestine	小腸	其他器官	其他器官
Thyroid	甲狀腺	主要器官	主要器官
Urinary bladder	膀胱	主要器官	主要器官
Gall bladder	膽囊	其他器官	其他器官
Oesophagus	食道	主要器官	主要器官
Prostate	前列腺	其他器官	其他器官
Pharynx/trachea/sinus	咽/氣管/竇	其他器官	其他器官



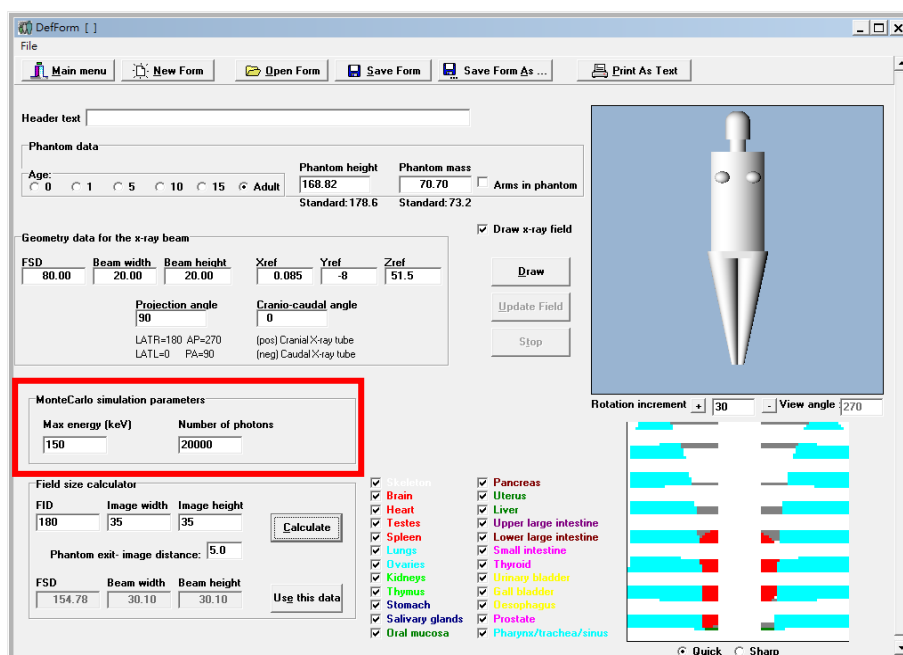
圖十四、假體器官之選項設置

五、蒙地卡羅模擬

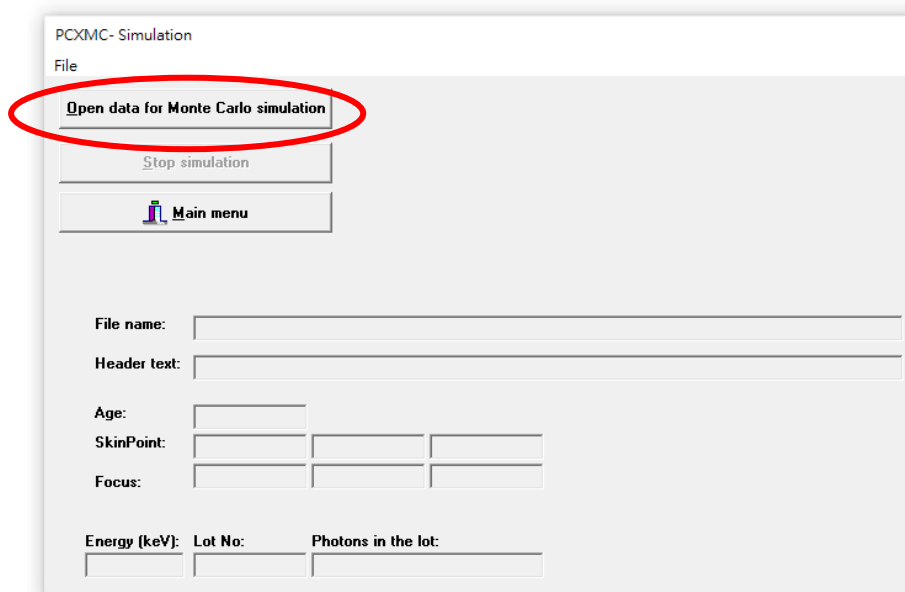
完成設計之假體能夠設計模擬之最大能量（Max energy）以及光子數量（Number of photons），如圖十五。其中選擇越大的能量則所建立之能譜包含更多能量，選擇越多的光子數能夠降低模擬結果之誤差。

此研究中統一使用 150keV 之光子能量能譜模擬，目的為完全模擬一般臨床中所有涵蓋之能量範圍。光子數之選擇為 20000 個光子，用以達成小於 1% 誤差之模擬結果。

進行蒙地卡羅模擬之方法如圖十六。



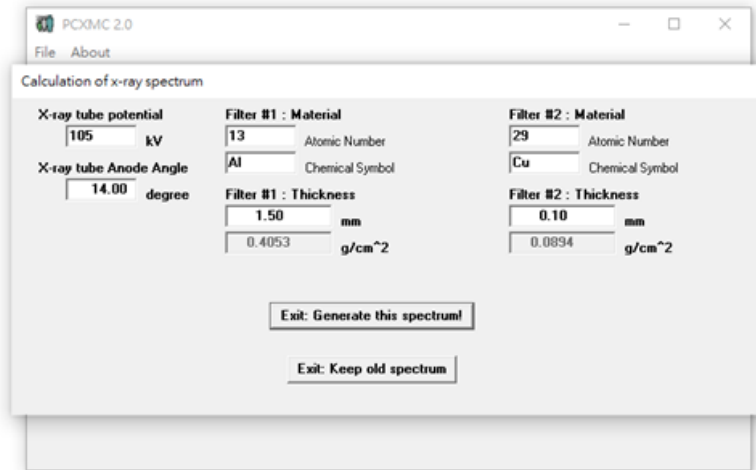
圖十五、蒙地卡羅模擬之參數



圖十六、進行蒙地卡羅模擬之選項

六、X 光能譜設計

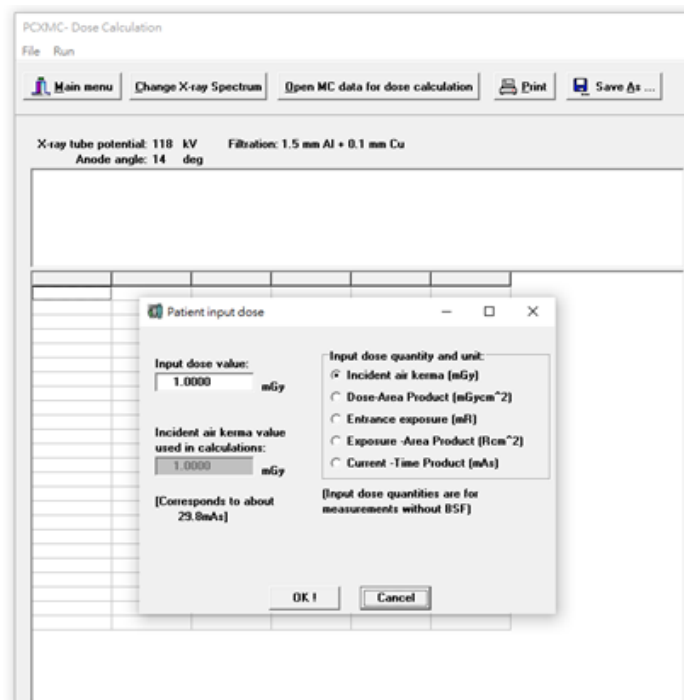
X 光能譜中可調整的參數有 X 光能量 (X-ray tube potential)、X 光管陽極靶角度 (X-ray tube anode angle) 及第一濾片和第二濾片之材質 (Material) 與厚度 (Thickness)。設計之界面與步驟可參考圖十七。



圖十七、X 光能譜之設計項目

七、臨床劑量設定

劑量設定中需輸入個別病人於檢查完成後機器所記錄之曝露值，選項有空氣克馬 (Incident air kerma, mGy)、劑量面積乘積 (Dose-area product, mGycm²)、表面劑量 (Entrance exposure, mR)、曝露面積乘積 (Exposure-area product, Rcm²) 以及電流時間乘積 (Current-time product, mAs)。設定中只需選擇一項值即可進行計算，如圖十八。



圖十八、臨床劑量之設定

八、模擬檔案格式

模擬檔案格式包含以下三種：（1）假體制作完成後所輸出之檔案的“.df2”；（2）完成蒙地卡羅模擬後所輸出之檔案的“.en2”；（3）以及將劑量數據套入假體後完成器官劑量以及有效劑量之計算後所輸出之檔案的“.mG2”。

伍、適用檢查項目

PCXMC 適用於以下五種檢查項目之劑量模擬：（1）一般傳統 X 光；（2）牙科攝影；（3）傳統透視攝影；（4）非心臟類介入性透視攝影以及（5）心臟類介入性透視攝影之劑量模擬。不同的檢查項目會有相對應所需注意之事項，例如透視攝影於檢查中會根據 X 光能量自動選擇不同的濾片種類以及厚度，於模擬進行時必須將此情況納入考量。另外當輸入之臨床劑量為空氣克馬（Incident air kerma, mGy），則必須考量個別機器對於參考點之累積劑量定義，並選擇相對應之焦斑與皮膚間距離（Focal-skin distance, FSD）。

陸、風險評估

PCXMC 可用於評估確定效應所帶來之健康影響，同時推估輻射誘發癌症所導致之死亡風險，不過並不會考量輻射對於性腺所造成的之基因損傷。PCXMC 之風險評估所參考為 BEIR VII 報告，其中報告中提及由於缺乏對於流行病學之資訊，將導致風險評估具有許多的不確定性，因此必須對於所評估之風險保持一定之懷疑。基於本研究之目的為了解醫療輻射所導致之輻射劑量，因此對於人體接受輻射曝露後之風險評估將不多加探討。